

NÚM. 901
ABRIL 2021



LA PROLIFERACIÓN NUCLEAR

El YF-23



DOSIER: EL SISTEMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AEROESPACIAL (SVICA)

NOVEDADES EDITORIALES

CIEN AÑOS DEL CUARTEL «INFANTE DON JUAN» PATRIMONIO HISTÓRICO, ARTÍSTICO Y DOCUMENTAL PROTOTÍPICO

Autor: Dirección de Asistencia al Personal del Ejército de Tierra

78 páginas

Edición electrónica gratuita

NIPO: 083-21-014-1

LA LEGIÓN 100 AÑOS, 100 IMÁGENES

Autor: Varios autores

342 páginas

25,00 euros

ISBN: 978-84-9091-513-4

USOS MILITARES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, LA AUTOMATIZACIÓN Y LA ROBÓTICA (IAA&R)

Autor: Centro Conjunto de Desarrollo de Conceptos

180 páginas

Edición electrónica gratuita

Impresión bajo demanda: 10,00€

NIPO: 083-20-043-7

DESVELANDO HORIZONTES. OBRA COMPLETA (3 VOLÚMENES)

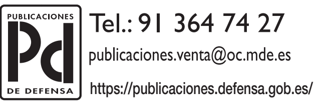
Autor: Varios autores

2292 páginas

75,00 euros







Tel.: 91 364 74 27
publicaciones.venta@oc.mde.es
https://publicaciones.defensa.gob.es/

Apoyando a la industria aeroespacial nacional

El Ejército del Aire ha estado fuertemente vinculado con la industria aeronáutica nacional desde sus orígenes. La experiencia acumulada a lo largo de casi un siglo de trabajo en común ha permitido que en la actualidad España cuente con una prestigiosa industria aeroespacial, hasta el punto de formar parte del reducido grupo de países con capacidad propia para realizar el proceso completo de diseño, producción, certificación y mantenimiento de una aeronave. Traducido en cifras, el sector aeroespacial representa más de las dos terceras partes de la industria de defensa nacional, lo que nos da una idea de su relevancia y de su impacto industrial y económico.

Buena parte de las aeronaves que el EA tiene actualmente en dotación son de fabricación nacional (C-101, C-212, CN-235, C-295 y, bajo licencia, F-5M) o fruto de programas multinacionales de cooperación con participación de la industria nacional (Eurofighter, A400M, NH90). También la mayor parte de los radares de vigilancia aérea y el radar espacial son historias de éxito de nuestra industria, que de la mano del Ejército del Aire y con el respaldo de los gobiernos de la Nación ha sabido mantenerse en la vanguardia del conocimiento y los avances tecnológicos a nivel europeo.

Si disponer de una sólida industria aeroespacial nacional resulta esencial para garantizar las capacidades de una fuerza aeroespacial moderna y el necesario grado de soberanía tecnológica, la coyuntura actual como consecuencia de la crisis sanitaria del Covid-19 obliga a redoblar el esfuerzo. Los condicionantes operativos deben valorarse en conjunción con factores económicos, de retorno industrial y de creación de empleo de calidad, con el fin último de contribuir a paliar los efectos de la crisis en la sociedad a la que servimos.

Pensando en los programas de modernización y adquisición de las capacidades aeroespaciales que España necesita para garantizar la seguridad y defensa del aire y el espacio hasta mediados del Siglo XXI, el Ejército del Aire es firme partidario de favorecer aquellas alternativas de obtención que implican la participación de empresas españolas del sector.

Muchas de estas necesidades han quedado recogidas en el reciente acuerdo entre Airbus y el Gobierno de España, como el estudio de viabilidad para el entrenador avanzado sustituto del F-5; la renovación de las capacidades de patrulla y vigilancia marítima mediante la compra de 4 C-295 versión marítima; la adquisición de helicópteros H135 para renovar nuestra flota de la Escuela Militar de helicópteros; o la recuperación de la capacidad de transporte y proyección estratégica mediante la conversión de aeronaves civiles en aviones multipropósito MRTT.

También contamos con nuestra industria para afrontar la modernización y sustitución de nuestros centros de mando y control y de los radares de vigilancia aérea, una labor que ya ha comenzado a recibir financiación y en la que habrá que seguir trabajando para garantizar que cubre todos los requerimientos del sistema de defensa aérea. Del mismo modo, se está poniendo en marcha la decisión de compra de nuevos Eurofighter para sustituir a los F-18A de Canarias, con la confianza de que dicha decisión se adoptará a tiempo para relevarlos antes del final de su vida operativa.

En un horizonte cada vez más próximo, será igualmente necesario sustituir los F-18M, así como consolidar la evolución de capacidades del Eurofighter, que debe constituirse en la espina dorsal de nuestra defensa aérea hasta la llegada del Sistema de Armas de Nueva Generación (NGWS) en el entorno de 2040. El NGWS es sin duda el proyecto de defensa más ambicioso a nivel europeo, tanto por la inversión a realizar como por la tecnología a desarrollar, y está llamado a servir de elemento de tracción para nuestro tejido aeronáutico.

Invertir en sistemas aeroespaciales es ante todo invertir en seguridad y bienestar, pero es también apostar por el desarrollo económico, tecnológico y social de España. Invertir en el Ejército del Aire es invertir en el futuro.



Nuestra portada: El EVA 21
Imagen: Ignacio Sánchez de Lara García

REVISTA
DE AERONÁUTICA
Y ASTRONÁUTICA
NÚMERO 901. ABRIL 2021

dosier

VACUNAS CONTRA LA COVID

La vacuna frente al SARS-CoV-2 busca reducir el riesgo de infectarse por dicho virus y, en caso de infectarse, reducir la probabilidad de desarrollar un cuadro clínico grave. Es decir, un sujeto vacunado puede infectarse con el virus, pero la gravedad de los síntomas sería menor.

artículos



LA VIUDA NEGRA. EL YF-23

El YF-23 siempre ha estado dotado de una aura especial: avión de ensueño y con capacidades superiores a las del YF-22 para unos, avión simplemente único para otros por las formas futuristas y poco conservadoras de las que fue dotado.

secciones



Director:
Coronel: **Raúl M. Calvo Ballesteros**
rcalba1@ea.mde.es

Consejo de Redacción:
Coronel: **Fco. José Berenguer Hernández**
Coronel: **Santiago Alfonso Ibarreta Ruiz**
Coronel: **Policarpo Sánchez Sánchez**
Coronel: **Manuel de Miguel Ramírez**
Teniente coronel: **Juan de Dios Saldaña Molero**
Teniente coronel: **Miguel Anglés Márquez**
Teniente coronel: **Marcos Díez Estévez**
Teniente coronel: **Rafael Sanz Rebollo**
Comandante: **M.ª Rosa García Calvo**
Suboficial mayor: **Juan Miguel Díaz Díez**

Redactora jefe:
Capitán: **Susana Calvo Álvarez**

Redacción:
Capitán: **Miguel Fernández García**
Sargento: **Adrián Zapico Esteban**
aeronautica@movistar.es

Secretaria de Redacción:
Maite Dáneo Barthe
mdanbar@ea.mde.es

SECCIONES RAA
REDACCIÓN Y COLABORACIONES INSTITUCIONALES Y EXTERNAS. AVIACIÓN MILITAR: **Juan Carlos Jiménez Mayorga.** AVIACIÓN CIVIL: **José A. Martínez Cabeza.** INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA: **Julio Crego Lourido y Gabriel Cortina.** ESPACIO: **Inés San José Martín.** PANORAMA DE LA OTAN Y DE LA PCSD: **Federico Yaniz Velasco.** CINE, AVIACIÓN Y ESPACIO: **Manuel González Álvarez.** DRONES: **Gonzalo Vallejo Díaz.** NUESTRO MUSEO: **Juan Ayuso Puente.** EL VIGÍA: **«Canario» Azaola.** INTERNET: **Angel Gómez de Ágreda.** BIBLIOGRAFÍA: **Miguel Anglés Márquez.**

Preimpresión:
Revista de Aeronáutica y Astronáutica
Impresión:
Ministerio de Defensa

Precio unitario revista	2,00 €
Precio suscripción España	18,00 €
Precio suscripción Europa	30,00 €
Precio suscripción resto del mundo	35,00 €

IVA incluido (más gastos de envío)

SERVICIO HISTÓRICO Y CULTURAL DEL EJÉRCITO DEL AIRE
INSTITUTO DE HISTORIA Y CULTURA AERONÁUTICA

Edita:



NIPO 083-15-009-4 (edición impresa)
ISSN 0034-7647 (edición impresa)
NIPO 083-15-010-7 (edición en línea)
ISSN 2341-2127 (edición en línea)
Depósito Legal M 5416-1960
Catálogo General de Publicaciones Oficiales:
https://cpage.mpr.gob.es/
Catálogo General de Publicaciones:
https://publicaciones.defensa.gob.es

Director: 91 550 3915/14
Redacción: 91 550 39 21/22/23
Suscripciones y Administración: 91 550 3916/25
Fax: 91 550 3935
C/ de la Princesa, 88 bis - 28008 - MADRID
revistadeaeronautica@ea.mde.es

NORMAS DE COLABORACIÓN

Las colaboraciones con la *Revista de Aeronáutica y Astronáutica* se realizarán teniendo en cuenta las siguientes instrucciones:

- Los artículos deben tener relación, preferentemente, con temas de actualidad relacionados con la aeronáutica y el espacio, el Ejército del Aire y sus unidades, las Fuerzas Armadas en general y todos aquellos cuyo contenido sea considerado de interés por el consejo de redacción.
- Tienen que ser originales y escritos expresamente para la revista con un estilo correcto.
- El texto de los trabajos debe tener como máximo 3000 palabras, siendo aconsejable 2000 por su facilidad de lectura y maquetación. Las fotografías, gráficos, dibujos y anexos que acompañen al artículo se publicarán a juicio de la redacción y según el espacio disponible. En el comienzo del artículo se incluirá un breve resumen del mismo sin superar las 50 palabras.
- El texto se presentará en Word y las fotografías, gráficos y dibujos se entregarán en formato JPG en carpeta aparte, acompañadas de un archivo con el texto de los pies de fotos y el autor o la fuente de donde procedan.
- Además del título, deberá figurar el nombre del autor y si es militar, empleo y situación administrativa. Es aconsejable comunicar dirección de correo electrónico y/o teléfono para consultas.
- La primera vez que se empleen siglas, acrónimos o abreviaturas se situarán tras el significado completo, entre paréntesis. Al final del artículo podrá indicarse la bibliografía y trabajos consultados, si es el caso.
- A ser posible no se mantendrá correspondencia sobre los trabajos, los cuales quedarán archivados en la redacción de la revista. No obstante, si fuese necesario efectuar modificaciones, desde la redacción se contactará con los autores.
- De acuerdo con la disponibilidad de créditos anuales todo trabajo se remunerará adecuadamente, reconociendo así los derechos de autor.
- Es fundamental tener en cuenta que todos los trabajos publicados representan exclusivamente la opinión personal del autor.
- Toda colaboración se remitirá a:

  – Por correo a:
  Revista de Aeronáutica y Astronáutica - Redacción
  c/ de la Princesa, 88 bis. 28008 - Madrid

  – Por email a:
  aeronautica@movistar.es

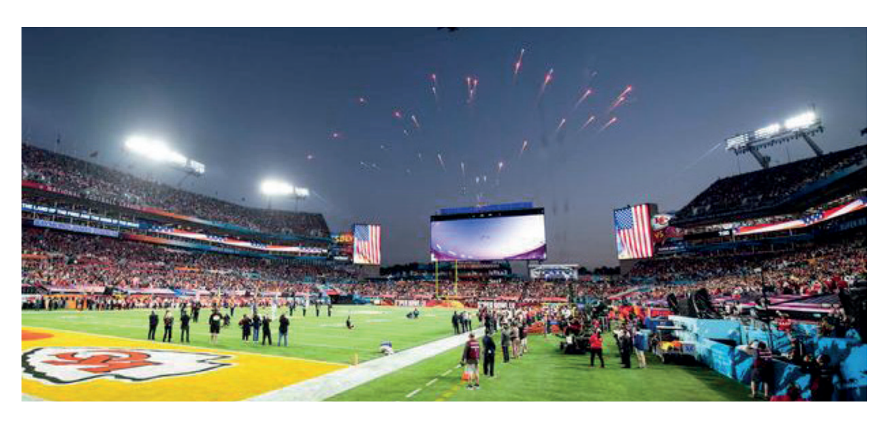
INFORMACIÓN PARA LOS LECTORES

Al haberse producido una revisión de los precios de las revistas de Defensa por parte de la Subdirección de Publicaciones y Patrimonio, desde esta redacción se informa de lo siguiente:

- La nueva tabla de precios entrará en vigor a partir del día 1 de abril para las nuevas suscripciones que se realicen.
- Asimismo, a partir del 1 de abril se aplicará la nueva tabla de precios a las renovaciones de las suscripciones que estén activas actualmente, es decir, aquellas que deban renovarse en fecha posterior al 1 de abril.
- Los nuevos precios son:
  - Suscripción España 18 euros
  - Suscripción Europa 30 euros
  - Suscripción resto del mundo 35 euros

Sin otro particular aprovecho para expresar nuestro agradecimiento a todos los lectores que hacen posible que nuestro esfuerzo se vea recompensado. Seguiremos trabajando para conseguir la excelencia en una revista que pretende ser parte de la vida de todos y cada uno de los componentes del Ejército del Aire y de todo aquel que se acerque a sus páginas interesado por la aeronáutica y el espacio en todos sus aspectos.

Por último, solo decir que hemos llegado al número 900 con unas cifras de adeptos bastante elevadas para una revista tan particular como esta, lo cual nos anima a seguir en la línea de ofrecer una publicación lo más equilibrada y variada posible.



Larga vida a los Bomber

LARGA VIDA A LOS BOMBER: LA USAF SE PLANTEA MANTENER SU ACTUAL FLOTA DE BOMBARDEROS HASTA LA LLEGADA DEL B-21

Fue breve y estaba oscuro, pero el sobrevuelo de tres bombarderos de la Fuerza Aérea de los EE.UU. en perfecta formación durante la celebración de la última Super Bowl significó algo más que una pasada fugaz.

La formación nítida de los B-1, B-2 y B-52 es quizás una imagen de lo que parece ser el resurgimiento de los bombarderos de la USAF. Con despliegues y sobrevuelos más frecuentes sobre las regiones del Indo-Pacífico y Medio Oriente, la Fuerza Aérea está redefiniendo el valor de los bombarderos estratégicos para fortalecer la disuasión y hacer cumplir la contención de la expansión china, rusa e iraní.

En los últimos seis meses, los B-1 han volado misiones de larga duración sin escalas desde las bases de la Fuerza Aérea de Ellsworth en Dakota del Sur y Dyess, Texas, hasta el Medio Oriente como una señal a Irán de que los bombarderos estadounidenses están presentes y pueden atacar desde cualquier lugar con poca antelación.

Al mismo tiempo, los B-52 de Minot AFB en Dakota del Norte y Barksdale AFB en Louisiana han volado misiones sin escalas desde sus respectivas bases. En paralelo, los bombarderos mantienen una presencia casi continua en Guam, con rotaciones permanentes de B-1, B-2 y B-52.

En los planes de defensa del año pasado, la Fuerza Aérea anticipó recortar su fuerza de bombarderos, retirando gradualmente todos los B-1 y B-2 mientras tiene previsto comenzar la producción del nuevo B-21 a mediados de la década de 2020. Según declaraciones de altos cargos del Departamento de Defensa, parece que la Fuerza Aérea estaría reconsiderando dichos planes ahora que los bombarderos están desempeñando un papel aún si cabe, más crítico.

Según reconocen medios militares de la USAF, los bombarderos son esenciales y vitales para contrarrestar riesgos de grandes potencias en el Pacífico, así como la cada día mayor amenaza de Rusia e Irán. La presencia de bombarderos en el Pacífico Occidental, Europa del Este y Medio Oriente también tranquiliza a los aliados en esas regiones, en particular Japón, Corea del Sur, miembros de la OTAN e Israel, dado que los bombarderos estadounidenses plasman una expresión visible de disuasión extendida y un recordatorio contundente a sus adversarios ante cualquier pensamiento de agresión.

Otro aspecto psicológico que impregnan los B-2 y B-52 es la ambigüedad en la mente de los posibles adversarios, dado que estos no saben en ningún momento si los citados aviones llevan armas convencionales o nucleares.

El creciente debate sobre la conveniencia de disminuir la flota de bombarderos, parece haber encontrado argumentos muy contundentes: mantener una presencia casi continua a nivel mundial en comparación al coste que supone mantener los grupos de batalla de los portaviones de la Navy, así como la capacidad de proporcionar una mayor potencia de fuego, parecen ser dos de los principales argumentos esgrimidos a su favor. Un solo B-2 puede transportar y lanzar 80 armas guiadas con precisión, cada una a un objetivo diferente, y penetrar el espacio aéreo en disputa. Los B-1 y B-52 pueden transportar y lanzar misiles de crucero sigilosos de largo alcance desde distancias fuera de los anillos de amenaza. Individualmente o en combinación, pueden proporcionar una potencia de fuego mucho más masiva que los sistemas



Red Hawk-T-7A-240221 en vuelo. (Imagen: Boeing)

terrestres o marítimos. A todo esto se añade el ahorro en personal, costes operativos y la mayor capacidad de supervivencia de las flotas de bombarderos frente a los grupos de portaviones. Una vez más, parece que la lucha política entre la USAF y la Navy, vuelve a resurgir de sus cenizas.

La Fuerza Aérea ya ha comenzado la retirada de 17 aviones B-1, teniendo previsto la retirada de todos los B-1 y B-2 incluso antes de que los B-21 sean desplegados en un número considerable. Si finalmente se retiran los B-1 y B-2 cuando sean reemplazados, uno por uno, por nuevos B-21, significará continuar en servicio durante al menos 10 años.

COMIENZA LA FASE DE PRODUCCIÓN DEL PRIMER T.7A

El 23 de febrero la compañía estadounidense Boeing, anunció el comienzo de la fase de producción del primer avión de entrenamiento avanzado T-7A Red Hawk con destino a la Fuerza Aérea de EE.UU. (USAF) en sus instalaciones de San Louis, Missouri.

Designado como eT-7A Red Hawk por la USAF durante su fase de desarrollo, la plataforma es considerada la primera de una familia de aviones diseñada digitalmente y conocidas como eSeries.

Desarrollado junto al fabricante sueco Saab, responsable del diseño y fabricación del fuselaje trasero de la aeronave, el Red Hawk era conocido originalmente como Boeing T-X. Su diseño se ha completado mediante el uso de sistemas de gestión de datos basados en modelos 3D desarrollados por Boeing durante las últimas dos décadas. De esta forma, siguiendo el proceso de diseño e ingeniería digital utilizado para el T-X, el Red Hawk ha pasado del concepto definitivo a su primer vuelo en tan solo 36 meses.

Los planes actuales contemplan la entrega de 351 de estos entrenadores avanzados T-7A Red Hawk por parte de Boeing junto a una partida de 46 simuladores terrestres. Está previsto que las entregas comiencen en el 2023.



Traspaso del Predator al Ejército del Aire

En septiembre del 2018, la USAF seleccionó la solución del equipo de Boeing-Saab para reemplazar la flota de aviones de entrenamiento Northrop T-38 Talon, con más de 60 años a sus espaldas, bajo el programa T-X. La selección llegó con un contrato de 9200 millones de dólares, cubriendo la producción y entrega de los 351 Red Hawks y 46 simuladores mencionados.

Boeing anunció que había lanzado la producción de los primeros simuladores T-7A en diciembre de 2020.

La USAF por su parte, tiene previsto aceptar su primer avión T-7A Red Hawk y simuladores asociados en la base de la Fuerza Aérea de Randolph, Texas, en 2023. La producción de todos los aviones se llevará a cabo en las instalaciones de Boeing en St Louis y su finalización está programada para 2034.

LA DGAM HACE ENTREGA DEL PREDATOR AL EJÉRCITO DEL AIRE

Con motivo de la finalización de las pruebas funcionales que se han venido realizado para evaluar la idoneidad de la entrada en servicio del sistema MQ-9 Predator B (NR.05), el 17 de febrero tuvo lugar en la base aérea de Talavera La Real, Badajoz, el traspaso de dicho sistema al Ejército del Aire desde la Dirección General de Armamento y Material (DGAM).

El coronel jefe del Ala 23, Jesús Rodríguez de Castro, dio la bienvenida al general de brigada León Antonio Machés Michavila, jefe de Sistemas Aéreos de Ala Fija de la Subdirección General de Programas de la DGAM, y al general de brigada Antonio Javier Guerrero Mochón, jefe de la División de Planes del Estado Mayor del Ejército del Aire. Dichas autoridades realizaron la firma de las actas en un sencillo acto restringido por las limitaciones derivadas la situación de emergencia sanitaria actual.

El Predator B comenzó a ser diseñado a comienzos del presente siglo y con el éxito de su predecesor el MQ-1 Predator como punto de referencia.

General Atomics Aeronautical Systems Inc (GA-ASI) entregó al Ejército del Aire los dos últimos MQ-9A Block 5 y la última estación de control en tierra el 23 de noviembre. Esta entrega completó la venta de cuatro MQ-9A Bloque 5 y tres estaciones de control en tierra a España. El acuerdo fue aprobado por el Departamento de Estado de EE.UU. en octubre de 2015 por un costo estimado de 243 millones de dólares US, convirtiéndose España en el primer cliente internacional de esta versión específica de la familia MQ-9A. Los nuevos RPAs son operados por la 233 Escuadrón de la base aérea de Talavera la Real.

Desde la entrega del primer MQ-9A Block 5 a la Fuerza Aérea española a finales de 2019, el Escuadrón

233 ha mejorado día a día la experiencia tanto de tripulaciones como de especialistas, a medida que se avanza hacia la declaración de la capacidad operativa inicial (IOC) con la plataforma.

El NR.05 supone un notable incremento de la capacidad de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR por sus siglas en inglés) para el Ejército del Aire y la acción conjunta, al contar con una plataforma tripulada remotamente de clase III que consigue un riesgo nulo de exposición de la tripulación. Esta plataforma, es capaz de operar hasta un máximo de 25 horas de vuelo y de efectuar misiones ISR usando sensores infrarrojos y radáricos para buscar, localizar y seguir blancos en cualquier condición meteorológica, fijos o móviles, tanto de día como de noche. Todo ello pudiendo conducir la misión a cientos de kilómetros, desde la base de despegue u otra localización habilitada.

AUSTRALIA AMPLIA LA ADQUISICIÓN DEL LOYAL WINGMAN TRAS EL EXITOSO PRIMER VUELO

La Real Fuerza Aérea australiana (RAAF) firmó, en el mes de marzo, un contrato de 115 millones de dólares para comprar tres drones adicionales Loyal Wingman de Boeing, elevando su pedido total a seis aviones pocos días después de que el primer sistema realizara su vuelo inaugural.

Una vez llevadas a cabo una serie de pruebas en tierra para validar sus sistemas de navegación y control, el Loyal Wingman, también denominado por Boeing como Airpower Teaming System, realizó su primer vuelo en el complejo de Woomera Range Complex en Australia del Sur el 27 de febrero.

Durante el mismo, la aeronave siguió una ruta planificada previamente donde el vehículo voló a diferentes velocidades y altitudes. El dron fue monitoreado por un piloto de pruebas de Boeing ubicado en el lugar.

Eventualmente, el Loyal Wingman podrá volar de forma autónoma con aviones de combate tripulados, e incluso puede usar inteligencia artificial para responder a la información demandada en todo momento sobre el campo de batalla. Sin embargo, para este primer vuelo, probar dichas capacidades de inteligencia artificial del dron no fue una de las prioridades.

En un comunicado oficial, el vicemariscal aéreo de la RAAF, Cath Roberts, calificó el primer vuelo como un importante paso adelante para el programa. «El proyecto Loyal Wingman es pionero en la integración de sistemas autónomos e inteligencia artificial y en el desarrollo de equipos hombre/máquina inteligentes», dijo. «A través de este proyecto, estamos aprendiendo cómo integrar estas nuevas capacidades para complementar y extender el combate aéreo y otras misiones».

El vehículo aéreo Loyal Wingman mide 38 pies de largo y tiene una envergadura de 24 pies, con un morro extraíble capaz de equipar sensores específicos de misión y varias cargas útiles. Puede volar a una distancia de más de 2000 millas náuticas.

El ATS es el «primer avión de combate militar diseñado y fabricado en Australia en más de 50 años», según Boeing. Más de 35 empresas australianas, incluidas BAE Systems Australia, RUAG Australia, AME Systems y Ferra Engineering, están involucradas en la producción de la aeronave.

Boeing lanzó el primer sistema ATS en mayo de 2020, teniendo otros aviones en desarrollo.

Australia no será la única fuerza aérea que opere el sistema. El vehículo aéreo también sirve como base para Boeing dentro del programa Skyborg para la Fuerza Aérea de Estados Unidos, dijo Jerad Hayes, director senior de tecnología y aviación autónoma de Boeing.

«Estamos aprovechando un núcleo común en todos los programas», dijo Hayes. Lo que es diferente, agregó, será el equipo específico de misión: elementos como equipos de comunicaciones y sensores.

En diciembre, la Fuerza Aérea de los EE.UU. otorgó contratos a Boeing, General Atomics y Kratos para producir vehículos aéreos para el programa Skyborg, cuyo objetivo es la búsqueda de un dron autónomo de bajo costo, con inteligencia artificial y que pueda realizar misiones en entornos hostiles junto a aviones de combate.

En ese momento, Boeing recibió 25,7 millones de dólares para un período de desarrollo de dos años. La Fuerza Aérea ha declarado que los primeros prototipos serán suministrados por los proveedores antes del mes de mayo, permitiendo de esta forma llevar a cabo los vuelos experimentales iniciales a partir de julio.

Hayes, sin concretar fechas, si confirmó que su aeronave estará a tiempo para respaldar los hitos del programa Skyborg.



Primer vuelo del Loyal Wingman sobre cielos australianos el 1 de marzo. (Imagen: RAAF)



Cadena de montaje de aviones A330 en Toulouse. (Imagen: Airbus)

AIRBUS REAJUSTA SUS CADENCIAS DE PRODUCCIÓN

Tras la presentación de los resultados económicos del ejercicio 2020, Airbus ha ido desglosando las expectativas para el año 2021 en curso. Dentro de ese proceso se ha procedido a abordar la revisión de las cadencias de producción de sus diferentes modelos de aviones, a la vista de la evolución previsible de la industria del transporte aéreo. En el caso de las aeronaves de la familia A320 (Single Aisle) la cadencia de producción actual se sitúa en 40 aviones por mes, y se ha previsto incrementarla de una manera moderada hasta 43 aviones por mes en el tercer trimestre de este año, para llegar a 45 en el último trimestre. Vistas estas cifras con las perspectivas existentes con anterioridad a la pandemia significan una cierta rebaja, puesto que se había previsto una cadencia de 47 aviones por mes a partir de julio. Sin embargo la producción de los aviones A220 se mantiene de acuerdo con lo establecido, puesto que se habrá incrementado de cuatro a cinco aviones por mes a finales de marzo.

En el caso de los modelos de las familias A330 y A350 se ha optado de momento por no modificar el ritmo de producción, manteniendo dos aviones por mes en el caso de los A330 y cinco aviones por mes para los A350 XWB. Se había previsto tiempo atrás un paulatino aumento en el caso de este último, pero por el momento se ha dejado en suspenso en espera de ver la evolución del mercado a corto plazo. Airbus está manejando un escenario muy difuso según el cual la industria del transporte aéreo retornará a niveles previos a los de la pandemia entre 2023 y 2025, suficientemente ambiguo como para ser prudentes en el manejo de los tiempos.

En el terreno de las entregas a clientes, Airbus aspira como mínimo a mantener las cifras del ejercicio 2020, en el que como ya se indicó en la anterior edición de RAA (n.º 900, marzo de 2021), se entregaron 566 aviones. Una cifra concreta permite resumir la evolución económica en el grupo de aviones comerciales de Airbus en 2020, pues en él los beneficios se redujeron un 37 %, pero a nivel global de la empresa se compensó parcialmente con los resultados de los grupos de aviones militares y de helicópteros.

LA NASA, AERION Y GE AVIATION FIRMAN CONTRATOS DE COLABORACIÓN

La NASA ha concedido a Aerion Supersonic y a GE Aviation sendos contratos relacionados con el diseño de las aeronaves y la propulsión para vuelo a altas velocidades. El contrato con Aerion Supersonic es continuación de otros dos precedentes, y tiene como objeto la evaluación de las tecnologías aplicables para volar a velocidades comprendidas entre mach 3 y mach 5. El contrato con GE Aviation se centra fundamentalmente en la aplicación de materiales compuestos fibra de carbono/carburo de silicio y carburo de silicio/carburo de silicio en las zonas de alta temperatura de los motores de aeronaves de alto número de mach, e incluso en zonas estructurales sometidas a altas temperaturas. En concreto se centrará en los trabajos ya realizados sobre desarrollos del motor F.101.

Los contratos están enmarcados dentro del programa HTP, Hypersonic Technology Project, de la NASA. En particular la concesión de un nuevo contrato a Aerion Supersonic, una empresa que está desarrollando el avión de negocios supersónico AS2, indica que en la NASA se está contemplando de nuevo el avión supersónico de transporte, si bien las características del trabajo que se va a realizar ahora no parecen indicar que guarde relación con este tipo de aeronave.

Aerion Supersonic concluyó a finales de 2020 un programa de ensayos del AS2 en túneles de alta y baja velocidad en las instalaciones de la ONERA, Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales, sitas en Modane (Francia). Según indicó entonces Aerion Supersonic, esos ensayos sobre maqueta «acumularon cientos de horas de vuelo simuladas equivalentes a un recorrido de 144 500 km». El comienzo de la producción del AS2 en la factoría de

Melbourne (Florida) está fijado en el año 2023. Su motor está en desarrollo por GE Aviation, utilizará combustible sintético y le permitirá el vuelo supersónico a una velocidad máxima de crucero de mach 1,4, sin el empleo de poscombustión.

AUMENTA EL PESIMISMO DE LA IATA

Tan solo dos meses escasos después de cerrarse el ejercicio 2020 cuyas cifras definitivas aún no se han establecido, la International Air Transport Association, IATA, considera que sus previsiones internas a fecha de diciembre de 2020 para el ejercicio ahora en curso resultaron excesivamente optimistas, de modo que la evolución de las pérdidas seguirá una trayectoria peor de lo que se creía al menos en los primeros meses de 2021. El director general de la organización, Alexandre de Juniac, puso incluso cifras a la nueva situación en el curso de una conferencia de prensa que tuvo lugar el 24 de febrero, pues cree que las pérdidas en el ejercicio 2021, que en diciembre se cifraron en 48 millardos de dólares, serán al final de este año de 98 millardos.

De Juniac dijo que en diciembre se pensó que en 2021 los niveles del tráfico aéreo se recuperarían hasta ser un 51 % del valor alcanzado en el ejercicio 2019, pero con las restricciones existentes y las que ahora se esperan para los próximos meses, esa recuperación se quedará en el 33 %.

Como es lógico, estas declaraciones y los informes periódicos de la IATA intentan ser una llamada a la puerta de los gobiernos en busca de más apoyo económico. Aunque se reconoce el recibido hasta ahora, se califica como insuficiente y se busca también una revisión de las restricciones impuestas (de manera descoordinada) al movimiento de pasajeros en muchos países. A fecha de febrero, según la IATA, la situación de las reservas anticipadas de plazas para el bimestre julio-agosto –siempre de gran importancia para los resultados al final de año– es decepcionante, pues por el momento hay un 78 % menos que las registradas en 2019. Ciertamente no se trata de un baremo fiable, y es claro que podría evolucionar positivamente con una relajación de las restricciones.



Maqueta del Aerion AS2 ensayada en túnel aerodinámico en Modane. (Imagen: Aerion Supersonic)

■ Boeing ha renunciado, al parecer de manera definitiva, al desarrollo del conocido durante mucho tiempo como NMA, New Midmarket Airplane, y ahora centra su actividad en torno de un avión capaz de competir con el Airbus A321XLR. El objetivo es que el nuevo proyecto en cuestión se pueda abordar en base a parámetros de sencillez y precio reducido, tanto para minimizar los costes no recurrentes como el plazo de disponibilidad en el mercado. Según se comenta en los medios especializados, su capacidad se movería en el rango de los 250 a 275 pasajeros en configuración de cabina para dos clases, y el alcance estaría en torno de un máximo de 9000 km.

■ La compañía australiana Qantas ha reactivado su «proyecto Sunrise», consistente en ofrecer vuelos sin escalas desde la costa este de Australia hasta Londres y Nueva York (ver RAA n.º 889 de diciembre de 2019). La iniciativa quedó suspendida temporalmente por la irrupción de la pandemia COVID-19, pero ahora se vuelve a plantear con el objetivo de tomar una decisión definitiva a finales del presente año para comenzar, si esta es positiva, hacia 2024, añadiendo nuevos destinos además de los citados. En un principio se seleccionó como avión tipo el A350-1000 XWB, pero ahora se considera la posibilidad de emplear algunos de los A380 que la compañía tiene temporalmente retirados de vuelo.

■ La presencia de problemas de calidad en la cadena de montaje del Boeing 787 ha tenido como consecuencia la suspensión de entregas a clientes desde el mes de octubre del pasado año, en que fueron aceptados un 787-8, un 787-9 y dos 787-10; la situación persistía a finales del mes de febrero. Al parecer, se trata de irregularidades superficiales en elementos del revestimiento del fuselaje y en la unión de secciones de este construidos por Spririt AeroSystems.



A350

LABORATORIO VOLANTE DE FUTURAS TECNOLOGÍAS

Un Airbus A350 se está transformando en un laboratorio de nuevas tecnologías con la instalación de múltiples fibras ópticas y un sistema de a bordo, capaz de realizar mediciones en vuelo de las emisiones del motor. Las pruebas de luz son un paso crítico para analizar la madurez y medir el desempeño de las futuras tecnologías aeronáuticas. Denominado Airbus Flightlab, la transformación trata de poner a prueba una serie de tecnologías y de expandir un ecosistema para ofrecer aún más plataformas de prueba de vuelo, incluidas las de aviones comerciales y helicópteros. Entre los proyectos destacan el demostrador BLADE, que probó el primer ala laminar del mundo, para lograr una reducción del 50% en la fricción del ala y hasta un 5% menos de emisiones de CO2; y un demostrador de pruebas de vuelo eléctrico (e-FTD), que evaluó el rendimiento de un sistema de aire acondicionado eléctrico, lo que ayudó a allanar el camino para una mayor electrificación en las aeronaves. Airbus Flightlab es una red de plataformas de pruebas de vuelo, que proporciona un servicio orientado a ayudar a entregar pruebas de concepto para las tecnologías del mañana de forma ágil y rápida. Los cuatro objetivos principales: son reducción de emisiones; mejora de la experiencia de pilotaje; aumento de la conectividad; y fomentar la confianza en los viajes aéreos como, por ejemplo, con el saneamiento de la cabina y las técnicas de desinfección eficientes.

ESTRUCTURAS PRIMARIAS DE MATERIAL COMPUESTO

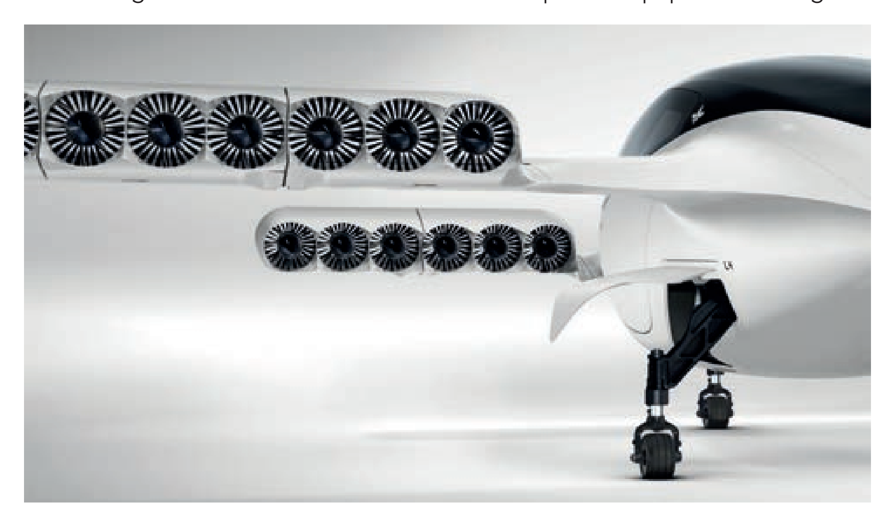
Aciturri construirá el fuselaje del avión de despegue y aterrizaje vertical Lilium Jet, que es totalmente eléctrico. El desarrollo a los prototipos previos a la producción en serie implica un primer paso para el sector de la movilidad aérea urbana. Las estructuras primarias emplean material compuesto de fibra de carbono. Se trabajará conjuntamente en un diseño a medida, teniendo en cuenta la industrialización del proceso de fabricación, el diseño de una estructura de fuselaje singular, así como los canards y las estructuras de ala integradas que soportan los sistemas de propulsión del avión. El éxito del proyecto dará vida a otro único y permitirá explorar nuevos métodos y tecnologías avanzadas, contribuyendo a garantizar una producción con los más elevados estándares de calidad.

PRIMER RODAJE DEL AVIÓN ELÉCTRICO

Rolls-Royce llevó a cabo con éxito el primer rodaje de su avión eléctrico, un logro tecnológico que tiene la intención de llegar a ser el avión totalmente eléctrico más rápido del mundo. Cuenta con un motor eléctrico de 500 caballos de fuerza (400 kW) y las últimas innovaciones de almacenamiento de energía. El siguiente paso es permitir una nueva generación de conceptos de movilidad aérea urbana. El rodaje es una prueba crítica de la integración del sistema de propulsión, antes de las pruebas de vuelo reales, y cuando esté a plena potencia, la combinación del motor eléctrico y el sistema de batería avanzado podrá impulsarlo a más de 480 kilómetros por hora. El programa, denominado ACCEL (aceleración de la electrificación del vuelo), incluye a un fabricante de controladores y motores eléctricos. Por primera vez, se logra una propulsión utilizando la energía de una batería y un sistema innovador en términos de tecnología eléctrica. Nuevos motores, electrónica de potencia y baterías son ámbitos de I+D de los sectores aeroespacial, movilidad aérea urbana y pequeñas aeronaves de vuelos cortos.

AVIONES PROPULSADOS POR HIDRÓGENO

La descarbonización de la aviación comercial supone un incremento de I+D en la búsqueda de nuevas tecnologías. Uno de los proyectos más interesantes es explorar como los aviones, propulsados por hidrógeno, pueden desempeñar un papel de liderazgo en



Lilium Jet es un avión de despegue y aterrizaje vertical, totalmente eléctrico



Las aeronaves de hidrógeno con cero emisiones deberían cubrir vuelos de hasta 500 millas con 20 plazas

el futuro de los vuelos sostenibles. British Airways y ZeroAvia se encuentran explorando las posibilidades de transformación de pasar de los combustibles fósiles al hidrógeno de emisión cero, para impulsar la futura flota de la aerolínea. Fruto de estos trabajos es el primer vuelo del mundo impulsado por celda de combustible de hidrógeno, enmarcado dentro del programa Hangar 51. Compensar y eliminar el carbono supone que en el mediano y largo plazo se invierta en el desarrollo de combustible de aviación sostenible y analizar como se puede ayudar a acelerar el crecimiento de nuevas tecnologías, como las aeronaves de hidrógeno con cero emisiones. Se cree que el hidrógeno es la mejor manera de lograrlo de manera rápida y práctica, y se busca ampliar esa tecnología para impulsar aviones más grandes en distancias más largas. Se espera lograr la comercialización de energía eléctrica de hidrógeno para aviones a partir de 2023 con vuelos de hasta 500 millas en aviones de hasta 20 plazas. Para 2027, se planea tener motores en servicio capaces de impulsar vuelos comerciales de más de 500 millas en aviones con hasta 100 asientos y para 2030 más de 1000 millas en aviones con más de 100 asientos.

PRIMERA PRUEBA DE VUELO DE UN AVIÓN HÍBRIDO-ELÉCTRICO

La compañía de aviones eléctricos Ampaire ha realizado las primeras pruebas de vuelo de un avión híbrido-eléctrico. Con una duración de 20 minutos el vuelo tuvo lugar entre el aeropuerto de Hawai y una de sus islas, regresando con una sola carga. El modelo tecnológico son los automóviles híbridos-eléctricos y la transformación del transporte terrestre. El objetivo de la compañía es actualizar los aviones actuales con propulsión híbrida-eléctrica para ingresar al mercado de las líneas aéreas comerciales y aprovechar la infraestructura existente para la aviación de ala fija. Se trata del primer uso de un avión híbrido-eléctrico en la categoría de estudio de mercado experimental, lo que permite volar con su tripulación y personal esencial para el entrenamiento de la tripulación y otras actividades exploratorias del mercado. Las pruebas tratan de demostrar el potencial de la aviación eléctrica para reducir las emisiones nocivas y evaluar la solidez de las tecnologías empleadas. El demostrador es una actualización del avión de pistón bimotor Cessna 337 de seis asientos. Debido a la contribución de la unidad de energía eléctrica, el consumo de combustible y las emisiones de CO2 se reducen aproximadamente en un 40%. Para las pruebas de vuelo, el único cambio en el equipo de tierra fue el requisito de cablear un hangar con una toma de corriente trifásica de 208 voltios. Si se confirma el avance, el mercado de aviones eléctricos se expandirá a medida que las aerolíneas perciban que la aviación eléctrica no solo es deseable desde el punto de vista medioambiental, sino también económicamente ventajosa.

DISEÑO DEL PROGRAMA LONGSHOT PARA DESARROLLAR UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO

Con el objetivo de desarrollar un vehículo aéreo no tripulado capaz de emplear múltiples armas aire-aire, la compañía Northrop Grumman ha revelado su diseño para el programa LongShot, una iniciativa de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa de los Estados Unidos (DARPA). El objetivo es contar con un sistema de tecnología avanzado, diseñado para aumentar el alcance de combate y la efectividad contra las amenazas aéreas. El resultado del nuevo programa permitirá combinar el conjunto de recursos de ingeniería digital con las armas de tecnología avanzada, sistemas autónomos y plataformas de ataque, para aumentar el alcance y la efectividad mediante una propulsión multimodal.



LongShot es un AUAV que integra una propulsión multimodal

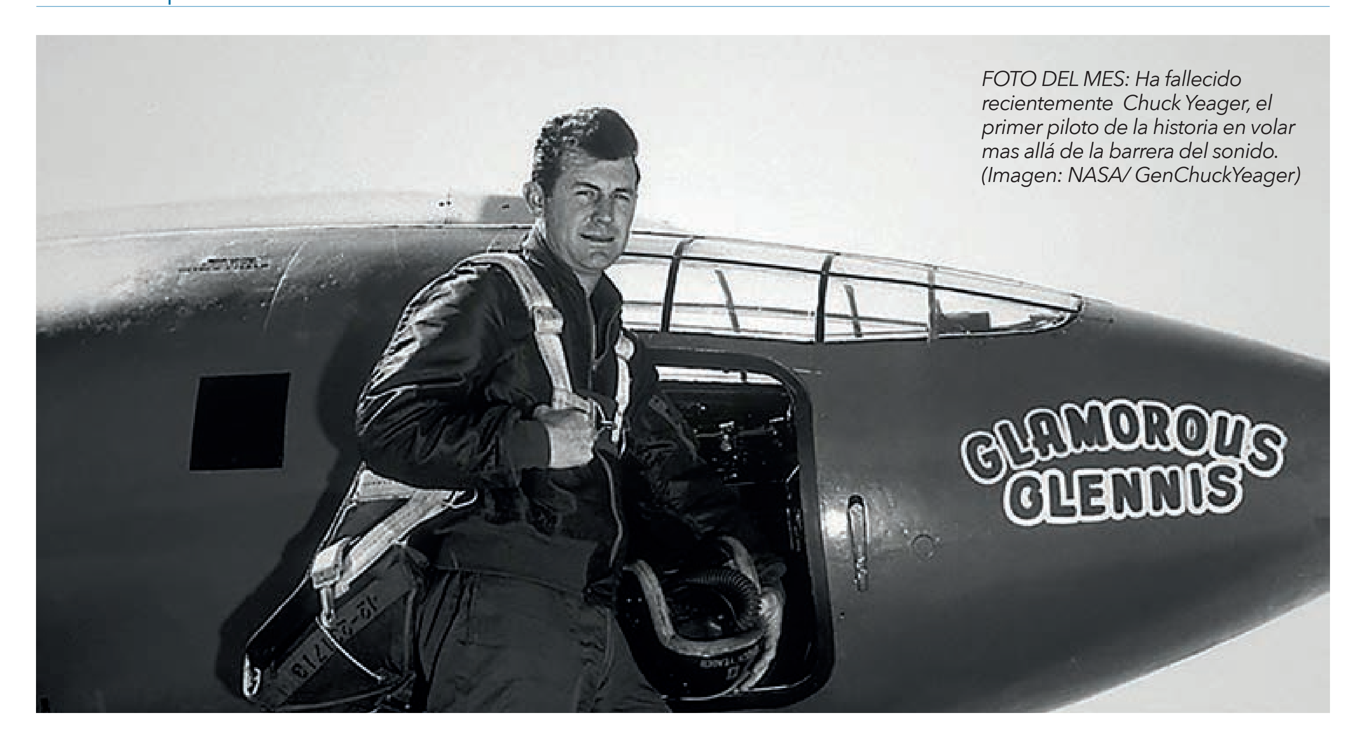


FOTO DEL MES: Ha fallecido recientemente Chuck Yeager, el primer piloto de la historia en volar mas allá de la barrera del sonido. (Imagen: NASA/ GenChuckYeager)

NUEVA SELECCIÓN DE ASTRONAUTAS DE LA ESA

Por primera vez en más de una década, la ESA busca nuevos astronautas europeos para unirse a la mayor aventura de la humanidad, un viaje de descubrimiento en beneficio de nuestro planeta.

Además del aviso de vacante para reclutar nuevos miembros del cuerpo de astronautas de la ESA, la agencia está abriendo una vacante en el marco del estudio de viabilidad "Parastronaut" para seleccionar un astronauta con cierto grado de discapacidad física. Además, la ESA está trabajando con los socios internacionales y comerciales de vuelos espaciales para evaluar la posibilidad de llevar a los candidatos seleccionados a la estación espacial internacional en una misión segura y útil de la ESA. Mientras tanto, el candidato seleccionado seguirá formando parte del grupo de reserva de candidatos a astronautas de la ESA.

El sitio web para posibles solicitantes es https://www.esa.int/YourWayToSpace, ya está en línea y ofrece una idea del papel de un astronauta de la ESA, los requisitos de selección, la formación de astronautas y lo que hace la ESA.

Las vacantes de astronautas y paraestronautas se extenderán desde el 31 de marzo hasta el 28 de mayo de 2021. La ESA solo considerará las solicitudes enviadas al sitio web de *Carreras de la ESA* dentro de esas



Selección de astronautas. (Imagen: ESA)

ocho semanas. Después de eso, comenzará el proceso de selección de seis etapas. Se espera que esto se complete en octubre de 2022.

«Convertirme en astronauta ha sido un sueño hecho realidad. Reúne muchas de mis pasiones: ciencia y tecnología, máquinas complejas, entornos operativos exigentes, equipos internacionales, aptitud física, divulgación pública. Y, por supuesto, de vez en cuando puedes montar un cohete y ¡trabajar!» dice Samantha Cristoforetti, actual astronauta de la ESA, sobre las posibilidades que se avecinan.

(*Fuente ESA*)

CONTRATADO EL SISTEMA DE PROPULSIÓN MARS ASCENT PARA EL RETORNO DE MUESTRAS

La NASA ha adjudicado el contrato del Sistema de Propulsión de Ascenso de Marte (MAPS) a Northrop Grumman Systems Corporation de Elkton, Maryland, para proporcionar soporte de propulsión y productos para misiones de vuelos espaciales en el Centro de Vuelo Espacial Marshall de la agencia en Huntsville, Alabama. Junto con el aterrizaje exitoso del rover Perseverance en Marte, este premio acerca a la NASA y a la ESA un paso más hacia la realización del Retorno de Muestras de Marte Mars (MSR), un programa de exploración planetaria muy ambicioso que se basará en décadas de ciencia, conocimiento, y experiencia de la exploración de Marte.

En los próximos pasos de la campaña MSR, la NASA y la ESA proporcionarán componentes para una misión *Sample Retrieval Lander* y una misión *Earth Return Orbiter*. La misión *Sample Retrieval Lander* entregará un rover de recogida de muestras y un vehículo de ascenso a Marte (MAV) a la superficie de Marte. Marshall es responsable del elemento MAV del programa MSR, que es un vehículo de dos etapas que será un elemento crítico en el apoyo a MSR para recuperar y devolver las muestras que el rover Perseverance recolectará para regresar a la Tierra. El entorno marciano será un factor importante en el diseño, desarrollo, fabricación, pruebas y calificación de dos motores de cohetes sólidos diferentes con múltiples entregas de cada uno. A través del contrato MAPS, Northrop Grumman proporcionará los sistemas de propulsión para el MAV, así como otros equipos de apoyo y servicios logísticos.

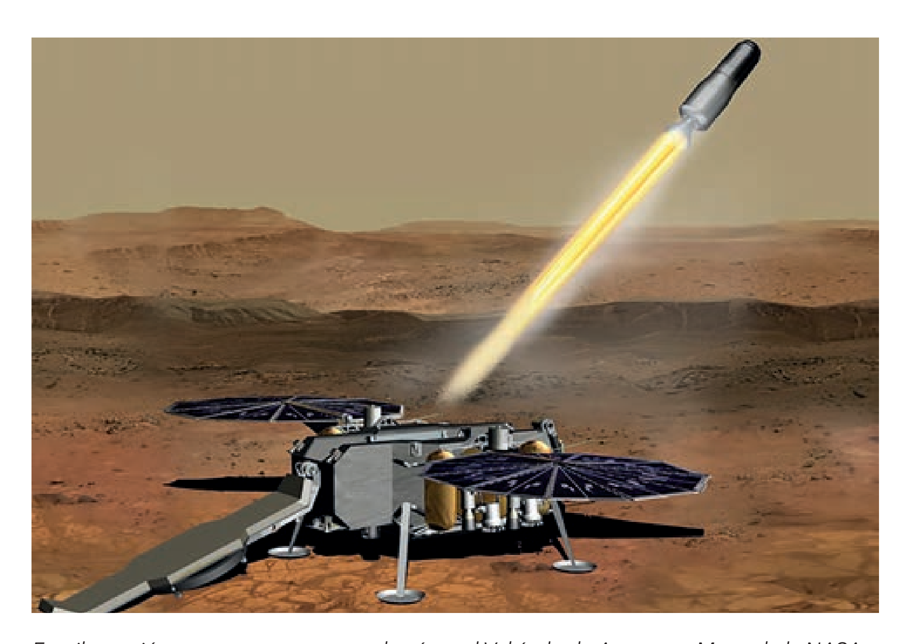
Traer muestras de Marte de regreso a la Tierra permitirá a los científicos de todo el mundo examinar las muestras utilizando instrumentos sofisticados demasiado grandes y complejos para enviarlos a Marte, y permitirá que las generaciones futuras los estudien utilizando tecnología que aún no está disponible. Esto permitirá a la comunidad científica probar nuevas teorías y modelos a medida que se desarrollen, al igual que las muestras del Apolo devueltas de la Luna lo han hecho durante décadas.

(*Fuente NASA*)

CIENTÍFICOS CIUDADANOS AYUDAN A CREAR UN MAPA 3D DEL VECINDARIO CÓSMICO

Los científicos aprovecharon la red mundial de 150.000 voluntarios que utilizan Backyard Worlds: Planet 9 para encontrar nuevos ejemplos de enanas marrones. Estos objetos son bolas de gas que no son lo suficientemente pesadas para ser estrellas, ya que no pueden alimentarse mediante la fusión nuclear como lo hacen las estrellas. Y aunque «marrón» está en el nombre, parecerían magenta o rojo anaranjado si una persona pudiera verlas de cerca. Al hacer un mapa completo de estos objetos, los científicos podrán descubrir si diferentes tipos de enanas marrones están distribuidas uniformemente en las cercanías de nuestro sistema solar. El resultado del nuevo esfuerzo de ciencia ciudadana es el mapa más completo hasta la fecha de las enanas L, T e Y en las cercanías del sistema solar.

(*Fuente NASA*)



Esta ilustración muestra un concepto de cómo el Vehículo de Ascenso a Marte de la NASA, que transporta tubos que contienen muestras de roca y suelo, podría ser lanzado desde la superficie de Marte como parte de la misión de retorno de muestras a Marte. (Imagen :NASA/JPL-Caltech).



Un caza español Eurofighter rodando a su llegada a la base rumana de Mihail Kogălniceanu el 25 de enero. (Imagen: Ejército del Aire)

ALAS DE ESPAÑA EN RUMANÍA

El 25 de enero, seis aviones Eurofighter del Ejército del Aire (EA) aterrizaron en la base aérea Mihail Kogălniceanu en Rumanía para realizar misiones de policía aérea de la OTAN junto con la Fuerza Aérea rumana. Operados y mantenidos por un equipo de 130 efectivos del EA, los aviones españoles se han desplegado durante dos meses para ayudar a patrullar el espacio aéreo rumano en el marco de una misión de policía aérea reforzada. Es la primera vez que España envía aviones de combate al sureste del territorio de la OTAN para apoyar las medidas de disuasión y defensa de la Alianza.

El Ejército del Aire contribuye regularmente a las misiones de policía aérea de la OTAN. Además de patrullar el espacio aéreo nacional bajo la dirección del Centro de Operaciones Aéreas Combinadas (CAOC) de Torrejón, el Ejército del Aire ha desplegado siete veces sus aviones liderando o participando en misiones de policía aérea de la OTAN en los estados bálticos. Estas misiones son controladas por el CAOC situado en Uedem, Alemania.

En Rumanía, el destacamento seguirá demostrando la solidaridad y la cohesión de la Alianza en una misión de policía aérea reforzada. La OTAN inició estas misiones defensivas en 2014 para demostrar la determinación colectiva de los aliados, subrayar el carácter defensivo de la Alianza y disuadir de cualquier agresión o amenaza de agresión contra los aliados. Desde sus inicios, Canadá, Italia, Portugal y el Reino Unido han llevado a cabo despliegues de policía aérea reforzada. Establecer relaciones operativas con la Fuerza Aérea rumana y proteger el espacio aéreo de la Alianza en la región del Mar Negro son los dos principales beneficios para las naciones aliadas participantes en esta misión de policía aérea reforzada.



Personal del EA recibiendo a dos de los Eurofighters desplegados en Rumanía el 25 de enero de 2021. (Imagen: Ejército del Aire)

LA CAPACIDAD MILITAR DE PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN (MPCC)

La Capacidad Militar de Planificación y Ejecución (MPCC, por sus siglas en inglés) fue creada el 8 de junio de 2017 con el objetivo de permitir a la UE reaccionar de forma más rápida, eficiente y efectiva como prestataria de servicios de seguridad fuera de sus fronteras. La MPCC es responsable de la planificación operativa y de la realización de las misiones militares no ejecutivas de la UE. En estos momentos dirige las misiones de formación de la UE (EUTM, por sus siglas en inglés) en Mali, Somalia y la República Centroafricana. El 19 de noviembre de 2018, el Consejo acordó atribuir a la MPCC la responsabilidad adicional de estar preparada también para planificar y llevar a cabo una operación militar ejecutiva de la dimensión de un grupo de combate de la UE. Su plantilla de personal fijo se reforzará adecuadamente.

La Unión Europea tiene desplegadas en la actualidad dieciséis misiones y operaciones, de carácter militar (seis) y civil (diez). Existe una estructura permanente en el seno del Servicio Europeo de Acción Exterior (SEAE) encargada de gestionar las misiones civiles, a saber, la capacidad civil de planificación y ejecución. A fin de reforzar las sinergias con la planificación y la realización de las misiones civiles, el Consejo de la Unión también decidió formar una célula conjunta de coordinación con participación de expertos civiles y militares para compartir sus conocimientos especializados y fomentar la cooperación práctica entre el ámbito civil y el militar.

DECLARACIONES SOBRE LA EXTENSIÓN DEL NUEVO START

El tratado sobre Reducción de Armas Estratégicas III (START III) conocido como nuevo START, fue firmado por Barack Obama y Dimitri Medvédev el 8 de abril de 2010 y tenía una duración de 10 años, a menos que las partes decidiesen extenderlo por un máximo de cinco años. El 3 de febrero el Ministerio de Asuntos Exteriores anunció que ese día, en la sede del Ministerio de Asuntos Exteriores de Rusia, se realizó un intercambio de notas con la embajada de EE. UU. en Moscú sobre la finalización de los procedimientos internos necesarios para la entrada en vigor del acuerdo sobre la extensión del tratado. El acuerdo entró en vigor el mismo día y estará vigente hasta el 5 de febrero de 2026. La extensión fue bienvenida tanto por la OTAN como por la UE.

El 3 de febrero, el Consejo del Atlántico Norte publicó una declaración sobre el acuerdo alcanzado por los Estados Unidos y Rusia sobre la extensión del nuevo START:

1. La OTAN acoge con satisfacción y apoya plenamente el acuerdo entre los Estados Unidos y la Federación de Rusia para prorrogar el nuevo START por cinco años. Los aliados de la OTAN creen que el nuevo tratado START contribuye a la estabilidad internacional, y reiteran su firme apoyo a su continua aplicación y a un pronto y activo diálogo sobre las formas de mejorar la estabilidad estratégica.

2. Los aliados siguen colectivamente decididos a mantener los acuerdos y compromisos existentes en materia de desarme, control de armas y no proliferación. Los aliados apoyan nuevas negociaciones sobre control de armas, con el objetivo de mejorar la seguridad de la Alianza, teniendo en cuenta el entorno de seguridad internacional prevaleciente. Los aliados consideran que la extensión del tratado es el principio, no el fin, de un esfuerzo para hacer frente a las amenazas nucleares y a los nuevos y emergentes desafíos para la estabilidad estratégica.



El presidente Obama y el líder ruso Medvedev tras la firma del tratado START III el 8 de abril de 2010

3. A pesar de que Estados Unidos trata con Rusia promoviendo los intereses colectivos aliados, la OTAN sigue teniendo claro los desafíos que Rusia plantea. Trabajaremos manteniendo estrechas consultas para abordar las acciones agresivas de Rusia, que constituyen una amenaza para la seguridad euroatlántica.

El mismo día el alto representante de la Unión para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad, Josep Borrell, hizo una declaración en nombre de la UE sobre la prórroga del tratado. La Declaración de la UE tiene muchas coincidencias con la de la OTAN, pero añade una consideración no presente en la declaración de la Alianza:

«La UE concede la máxima importancia al nuevo START y lo considera una aportación crucial a la seguridad internacional y europea. La reducción de los arsenales nucleares estratégicos desplegados que prevé el nuevo START reforzado, en particular, por su riguroso mecanismo de verificación, contribuye a la aplicación del artículo VI del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP) mediante la reducción global del arsenal mundial de armas nucleares desplegadas. Al mejorar la confianza mutua entre los dos mayores estados poseedores de armas nucleares, este tratado limita la competencia estratégica y refuerza la estabilidad estratégica».

PROYECTO OTAN PARA LA FORMACIÓN DE PILOTOS

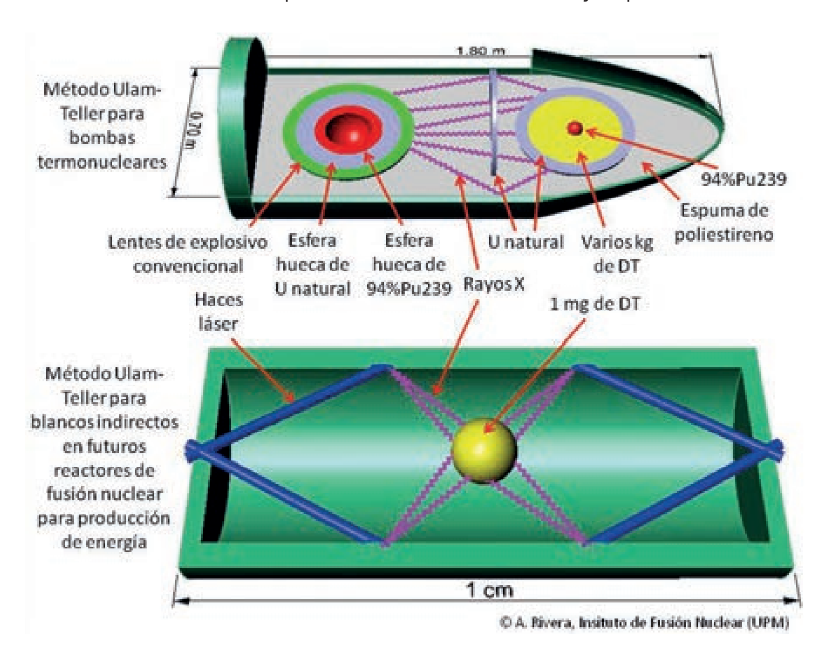
El 19 de febrero, Bélgica se unió al proyecto de la OTAN para la formación de pilotos en Europa conocido por las siglas de su nombre en inglés NFTE (NATO Flight Training Europe). Bulgaria, Croacia, la República checa, España, Grecia, Hungría, Montenegro, Macedonia del Norte, Portugal, Rumania y Turquía, además de la recién incorporada Bélgica, van a trabajar juntos para establecer una red de instalaciones de formación de pilotos. El objetivo de NFTE es garantizar que haya suficientes y adecuadas instalaciones para el entrenamiento de pilotos en toda Europa de una manera rentable e interoperable. Este proyecto es de alta prioridad, dado que para muchos aliados europeos las necesidades de pilotos no justifican tener centros nacionales dedicados a su formación. Por ello, muchas de esas naciones aliadas envían a sus pilotos a los Estados Unidos para entrenarse, creando una carga adicional en las instalaciones estadounidenses de formación de pilotos.

Proliferación nuclear: situación actual y perspectivas de futuro

Natividad Carpintero Santamaría
Profesora titular del Departamento de Ingeniería Energética (ETSII-UPM)
Secretaria general del Instituto de Fusión Nuclear Guillermo Velarde (IFN GV)

Proliferación define una acción que se reitera multiplicándose rápidamente en el tiempo y en el espacio, razón por la que este término se aplicó al primer tratado internacional que regulaba la fabricación de armas nucleares, termonucleares y de radiación incrementada. Cuando la URSS se disolvió el 31 de diciembre de 1991, erróneamente se llegó a publicar que la proliferación nuclear había llegado a su fin y que habría que plantearse la inconsistencia del término.

Es obvio que los datos reales sobre el número de armas nucleares, su almacenamiento y despliegue, así como los *stocks* de material fisible, son clasificados. Por tanto, solo podemos establecer análisis partiendo de la naturaleza fragmentada que nos ofrece la información pública. Si nos atenemos a esta información, podríamos decir que el número «total» de armas nucleares en el mundo llegaría a unas 15 000, almacenadas en 107 sitios en 14 países: 9400 en arsenales militares y el resto, retiradas o esperando desmantelamiento. Aproximadamente 4150 están disponibles operacionalmente y unas 1800 en estado de alerta máxima y listas para ser utilizadas inmediatamente. También se incluirían las armas nucleares en las bases de la OTAN en Bélgica, Alemania, Italia, Holanda y Turquía, que albergarían actualmente unas 150 cabezas nucleares tácticas, contempladas dentro del carácter de misión disuasiva de la OTAN. El número de armas nucleares durante la Guerra Fría en las bases de OTAN fue muy superior.



Esquema de la verdadera bomba termonuclear, basada en el principio de Ulam-Teller. (Imagen: http://www.denim.upm.es/research/lines/non-proliferation-security-studies/ y Proyecto Islero. Cuando España pudo desarrollar armas nucleares)

El proceso de verificación, cumplimiento y ejecución de los acuerdos de reducción de armas nucleares es crucial para un desarme real pero, al mismo tiempo, son procesos complicados de realizar pues entran en conflicto con la barrera que protege la información sensible a lo largo de la cadena de custodia. En esta cadena de custodia se incluyen los elementos desmantelados para proceder a su destrucción, deflagración y/o almacenamiento de sistemas electrónicos, explosivos químicos convencionales, detonadores krytron, bolas de uranio y plutonio militar y, en el caso de las cabezas termonucleares, la bombona de tritio, etc. Es fundamental el control estricto del almacenamiento del uranio altamente enriquecido y del plutonio altamente enriquecido, en términos de seguridad nuclear y de seguridad física nuclear (cinco kilogramos de plutonio militar bastarían para fabricar una bomba de 20 kilotones). Se estima que el desmantelamiento de cada unidad puede suponer del orden del 20% al 30% de lo que costó su fabricación.

Se estima que el desmantelamiento de cada unidad puede suponer del orden del 20% al 30% de lo que costó su fabricación

DOCTRINAS NUCLEARES: DE LA AMENAZA A LA AMBIGÜEDAD

Una doctrina nuclear es un concepto de doctrina militar que conceptualiza el lugar que ocupan las armas nucleares en las estrategias de defensa de cada país, es decir, cómo entiende su seguridad utilizando armas nucleares. Por tanto, lleva implícitamente el concepto de MÁXIMA ESTRATEGIA con sus consiguientes efectos para la guerra, la paz o la estabilidad internacional. Las doctrinas nucleares han evolucionado a tenor de los procesos políticos y avances científicos y tecnológicos de las armas nucleares y sistemas de lanzamiento cada vez más complejos y sofisticados.

La primera doctrina nuclear surge en la década de los años 50 en los Estados Unidos y establecía la utilización de armas nucleares de forma contundente (represalia masiva). Sin embargo cuando la política geoestratégica por parte de Estados Unidos y la URSS llevó a ambas potencias en 1962 al borde una guerra nuclear sin restricciones, se puso en marcha la doctrina de Destrucción Mutua Asegurada (AMD) que ha derivado a lo largo de las décadas en: postura nuclear, postura nuclear ambigua, política de opacidad nuclear, doctrina de primer uso, doctrina de no primer uso, suficiencia estricta, ambigüedad deliberada, ambigüedad calculada, represalia asegurada, postura de escalada asimétrica, etc, convirtiéndose la ambigüedad en el as en la manga de los países nucleares.

LA INCONSISTENCIA DE LOS TRATADOS INTERNACIONALES DE PROHIBICION DE ARMAS NUCLEARES

La Convención de Viena sobre Ley de Tratados establece que la firma de un tratado es un término sujeto a ratificación, aceptación o aprobación, pero no significa estar vinculado con él, implica que el país signatario expresa su deseo de seguir con el proceso del tratado, y que no realizará acciones que vayan en contra. La ratificación de un tratado indica que el país signatario consiente en su vinculación al mismo. El acceso al tratado



Ensayo nuclear en el desierto de Nevada (Estados Unidos) en los años 50

es un acto por el que un estado acepta el ofrecimiento de convertirse en parte signataria de un tratado ya negociado y firmado por otros países. La trayectoria de los tratados para la no proliferación de armas nucleares ha demostrado que sus objetivos no solo no se han alcanzado sino que, probablemente, nunca se alcanzarán. Se reseñan a continuación lo más significativos.

– *Non Proliferation Treaty* (NPT): Entró en vigor en marzo de 1970 en medio de una impresionante carrera de armas nucleares entre Estados Unidos y la Unión Soviética. En 1967, Estados Unidos tenía un arsenal de 31 255 armas nucleares y en 1986 la URSS tenía el récord histórico de 45 000 armas nucleares. El TNP establecía cinco países nucleares: Estados Unidos, la URSS, Francia, China y el Reino Unido que habían realizado explosiones nucleares antes de 1967 y que conformarían el P5, es decir los países que constituyen el Consejo Permanente de Naciones Unidas, con máxima capacidad de decisión, es decir, el derecho a veto. India, Israel, Pakistán, Sudáfrica y España no se adhirieron al TNP. España lo firmó en 1987. En 1993, el presidente sudafricano Frederik de Klerk anunció oficialmente la renuncia voluntaria de su país a los programas de armas nucleares, que habían comenzado en secreto en 1974 bajo el mandato del primer ministro John Vorster. El presidente de Klerk, premio Nobel de la Paz junto con el presidente Nelson Mandela en 1993, nos comentó que el gobierno de Pretoria había considerado esta renuncia como una de las decisiones políticas más difíciles que ha-

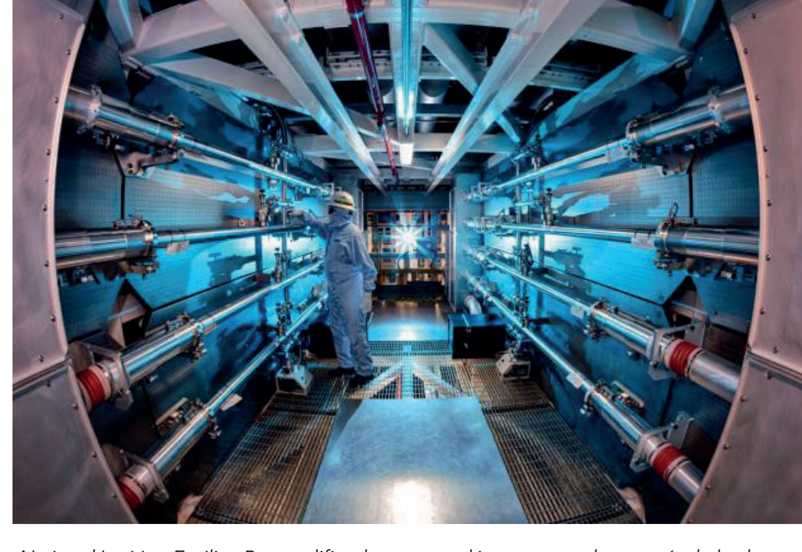


De derecha a izquierda: presidente Frederik de Klerk, premio Nobel de la Paz (1993) y profesores Ayman Khalil y Natividad Carpintero Santamaría (Amman, 2008)



Visita al NIF de Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL, California) de miembros del Instituto de Fusión Nuclear Guillermo Velarde (IFN GV) el 18 de mayo de 2011. (Imagen de la autora)

bía tenido que tomar. Uno de los desafíos del TNP es el control del ciclo nuclear sensible, susceptible de producir ambigüedades ya que no establece el nivel de enriquecimiento del uranio. El TNP otorga a los países nucleares y a Israel, India, Pakistán y Corea del Norte, una libertad que dificulta exponencialmente el cumplimiento de los objetivos del Tratado. Un ejemplo es la incorporación de armas nucleares tipo Low-Yield Nuclear Weapons, de unos cinco kilotones, a los SLBM Trident II D5 norteamericanos y Bulava rusos que cargan actualmente sus submarinos.



National Ignition Facility: Preamplificadores para el incremento de energía de los haces laser. (Imagen: Lawrence Livemore National Laboratory)

– *Intermediate Range Nuclear Forces* (IFN): En 1987 los Estados Unidos y la Unión Soviética acordaron renunciar a sus misiles crucero lanzados desde tierra, con un alcance entre 500 y 5500 km (Pershing BGM-109G americanos y SS y SSC-X-4 soviéticos); reducir sus arsenales nucleares y permitir inspecciones tangibles y verificación sobre el terreno. No obstante a partir de 2014 comenzaron las acusaciones mutuas de falta de cumplimiento y violación de los términos del IFN que condujeron en 2019 a su abandono por ambas partes.

– *Strategic Arms Reduction Treaty* (START I y II): El START I se firmó en 1991 y se puso en marcha en 1994, tras la disolución de la URSS. El START suponía la reducción de un alto número de armas nucleares y cambiaba el tipo de verificación de tratados anteriores, pero dadas las constantes dificultades que se encontraron para su cumplimiento se reemplazó por el START II (1993) que no dio tampoco resultados. El START I expiró en 2009.

– *Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty* (CTBT): Como continuación de la propuesta del Fissile Material Cut-Off Treaty (FMCT), en septiembre de 1996 se abrió para la firma el Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares que prohibiría las explosiones nucleares y la producción de material fisible (uranio y plutonio altamente enriquecidos), estableciendo el compromiso «inequívoco» de los países nucleares para conseguir la eliminación total de sus arsenales nucleares. A fecha de hoy, el CTBT no se ha puesto todavía en marcha, hecho que resulta irrelevante pues tampoco impediría el desarrollo de las armas termonucleares, cuya validación y optimización hace ya décadas que se realiza por medio de códigos de simulación numérica, modelos matemáticos y físico matemáticos y en la experimentación en láseres gigantescos y haces de partículas. El National Ignition Facility (NIF) en el Laboratorio Nacional de Lawrence Livermore (LLNL) en California (Estados Unidos) o el Laser MegaJoule (LMJ) en Burdeos (Francia) y otros análogos en Rusia son instalaciones para la investigación de doble uso civil y militar pues, por un lado, permiten desarrollar nuevas armas nucleares y, por otro, realizar experimentos para la obtención en un futuro de energía eléctrica por fusión nuclear por confinamiento inercial. Por otro lado y debido a la amenaza reconocida del terrorismo nuclear y radiológico, la I+D sobre los efectos de la lluvia radiactiva, técnicas forenses nucleares, sistemas de detección radiológica y de tráfico ilícito de

Uno de los desafíos del TNP es el control del ciclo nuclear sensible, susceptible de producir ambigüedades ya que no establece el nivel de enriquecimiento del uranio



Réplica de la bomba de Nagasaki (Fat Man) en el Science Bradbury Museum de Los Alamos National Laboratory (LANL) (Los Alamos, Nuevo México, Estados Unidos).

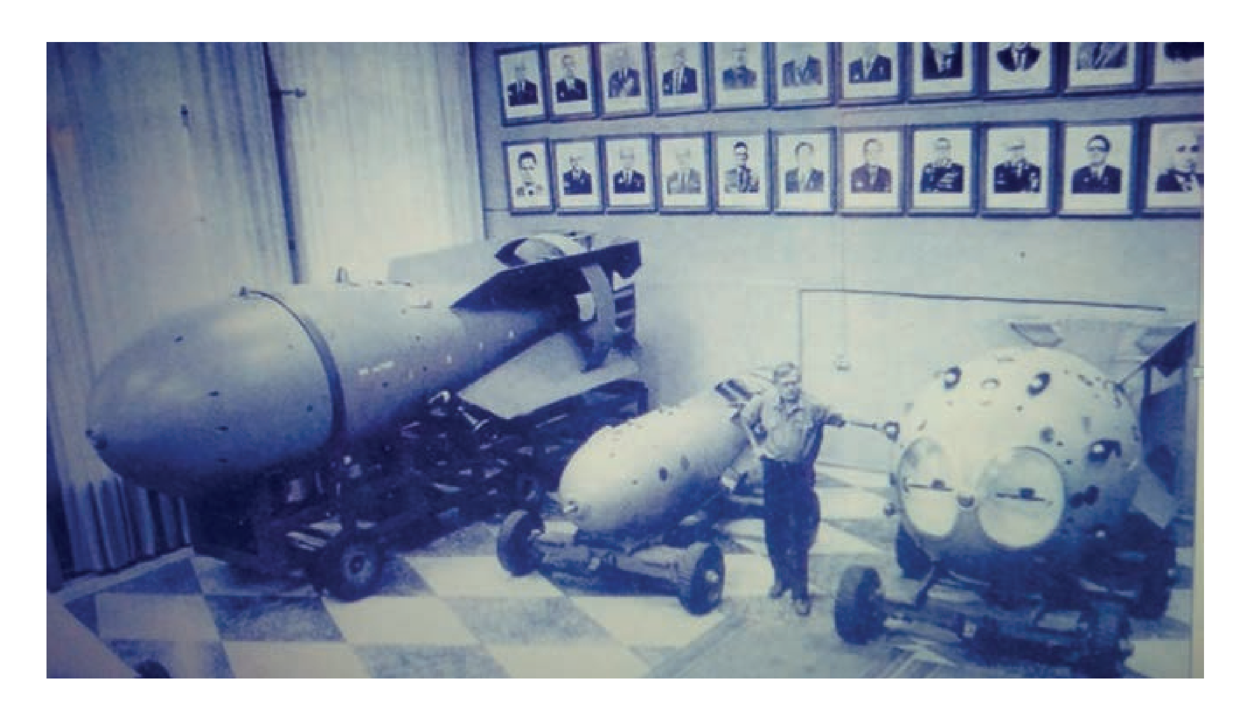
materiales radiactivos o sistemas de detección de neutrinos y antineutrinos configura una investigación en su conjunto cada vez más avanzada.

– *Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons* (TPNW): Por resolución de Naciones Unidas 71/258 la Asamblea General convino el 7 de junio de 2017 la negociación de este tratado como «paso significativo» en la política de desarme multilateral con entrada en vigor el 22 de enero de 2021. El hecho más importante es que el TPNM no ha sido firmado por ninguno de los países nucleares. Por tanto, la esencialidad de su cumplimiento queda en el vacío de un debate donde no hay debate por parte de quien tiene que dirigirlo. El TPNW queda reducido pues a un documento más, interpretable como una segunda ratificación adicional al TNP por parte de naciones no nucleares, o como una justificación a la falta de eficacia que el TNP ha demostrado tener desde su inicio.

– *New Start Treaty* (START III): Se firmó en abril de 2010 e implicaba un proceso de reducción significativa del número de armas estratégicas de los Estados Unidos y de la Federación Rusa, y cuya fecha de expiración es febrero de 2021.

LAS ARMAS NUCLEARES EN EL SIGLO XXI: UNA DISUASION COMPLEJA

Las armas nucleares en el siglo XXI tienen una letalidad muy superior a las del siglo XX: superioridad técnica; radiación inicial incrementada a expensas del poder de destrucción producido por la radiación térmica y la onda de choque; volúmenes muy compactos y desarrollo de sistemas de lanzamiento y ataque cada vez más rápidos.



Réplica de las primeras armas nucleares soviéticas de uranio y plutonio. Museo del Laboratorio de Arzamas 16. (Imagen: cortesía del Museo del Laboratorio de Arzamas 16)



Oficiales norteamericanos con el proyectil nuclear M-388, una de las mayores miniaturizaciones de armas nucleares desarrolladas en la década de los años 60. (Imagen: wikimedia)

Como puede observarse en las fotografías, las primeras armas nucleares norteamericanas y soviéticas, fabricadas en el Laboratorio de Los Alamos (Nuevo México) y Arzamas 16 (Nizhni Nóvgorod), respectivamente, eran prácticamente idénticas, con algunas variaciones de diseño. A partir de los años 60 comenzaron a desarrollarse cabezas nucleares de tamaño reducido tipo W54.

Los sistemas de lanzamiento están centrados en la I+D de misiles hipersónicos desplegables desde tierra, mar y aire y considerados hoy en día como una amenaza en ciernes, pues pueden llevar tanto cabezas nucleares como armamento convencional. Aunque una categorización rigurosa de la velocidad es difícil, podríamos estar hablando de mach 5, frente a los mach 2-4 de los misiles supersónicos. No hay que olvidar tampoco las investigaciones y puesta en marcha de torpedos nucleares no tripulados, misiles crucero impulsados por energía nuclear con capacidad dual para el lanzamiento de armas convencionales y nucleares, etc.

Teniendo en cuenta el alto nivel destructivo de las armas nucleares, sería razonable pensar que, con una capacidad de disuasión mínima, no sería necesaria la inversión de fondos espectaculares que se siguen destinando para ampliación y optimización de los arsenales nucleares. Sin embargo existen las premisas de que armas nucleares más poderosas harán menos posible una guerra nuclear y la contraria, sobre que el mayor despliegue de armas nucleares de bajo rendimiento constituye un riesgo elevado. La realidad es que todos los países nucleares han aumentado sus capacidades nucleares militares calculando los riesgos y amenazas de un conflicto militar sin dejar de considerar una guerra global, habiendo aumentado el número de cabezas nucleares en alerta máxima con respecto a 2018. Se puede concluir que esta guerra global, que antes llamábamos mundial, tendría los visos de ser probablemente nuclear y de la que ninguna potencia ni sus aliados saldrían victoriosos. Por lo que es cabal pensar que las armas nucleares seguirán siendo exclusivamente fuerzas de disuasión que sostengan el equilibrio político inestable a nivel internacional al que se ha llegado en el siglo XXI. ■

REFERENCIAS

– Laser fusion experiment yields record energy at LLNL's National Ignition Facility. (2013)
https://www.llnl.gov/news/laser-fusion-experiment-yields-record-energy-llnls-national-ignition-facility

– Velarde, G. (2016) *El Proyecto Islero. Cuando España pudo desarrollar armas nucleares*. Editorial Guadalmazán. 2016. 378 pp.

– Carpintero Santamaría, N. (2020) *A 21st Century Perspective on Nuclear Proliferation and Nuclear Terrorism*. Non Conventional Threat (NCT) Magazine.
https://nct-magazine.com/nct-magazine-october-2020/a-21st-century-perspective-on-nuclear-proliferation-and-nuclear-terrorism/

– Creating an Opportunity to Withdraw U.S. Nucler Weapons from Europe. Arms Control Association. (2020)
https://www.armscontrol.org/act/2020-10/features/creating-opportunity-withdraw-us-nuclear-weapons-europe

– Stotckholm International Peace Research Institute. SIPRI. Yearbook. 2020. https://sipri.org/yearbook/2020

La Viuda Negra: los inicios. El legendario YF-23

Javier Sánchez-Horneros Perez
Ingeniero en ensayos en vuelo


YF-23A. (Imagen: USAF)

Desde los orígenes de la aviación militar, el objetivo último es ser capaz de contrarrestar cualquier amenaza que hiciera peligrar las operaciones aéreas que fueran a llevarse a cabo en un teatro de operaciones dado. La creciente complejidad de dichas operaciones a lo largo de los conflictos armados del siglo XX dio muy pronto lugar a la creación paulatina y posterior aplicación del concepto superioridad aérea, que puede entenderse como el conjunto de misiones tácticas tanto de tipo defensivo como predominantemente ofensivo que, coordinadas convenientemente y acometidas con éxito, sean capaces de proporcionar a la nación o alianza el control mayoritario o total del espacio aéreo del teatro de operaciones, posibilitando el desarrollo de otras actuaciones posteriores sobre el espacio aéreo enemigo que sean capaces de proporcionar una ventaja táctica sobre este, acortando el desarrollo del conflicto y minimizando, en definitiva y entre otros factores, el riesgo asumido por las tropas y activos propios y las pérdidas, tanto directas como colaterales (en términos de infraestructuras de cualquier tipo) y de vidas humanas, tristemente inherentes a cualquier conflicto armado.

En la actualidad, en la búsqueda del desarrollo de activos que permitan alcanzar dicha superioridad aérea la premisa básica no es solo el dotar al futuro avión táctico de las tradicionales cualidades «más alto y más rápido», sino integrar en el mismo las capacidades más sobresalientes que la tecnología sea capaz de proporcionar, en la mayoría de los casos no existente en ese momento. El fin último es claro y conciso: proporcionar la capacidad de eliminación de cualquier poten-



BAe EAP (Experimental Aircraft Programme). (Imagen: BAe)

cial objetivo de la forma más rápida, segura y certera posible, contrarrestando cualquier amenaza, tanto existente en la actualidad como futura, durante un intervalo de tiempo que abarcará desde su entrada en servicio hasta presumiblemente el final de su vida útil cuando, por diseño u obsolescencia, haya sido superado por otros más actuales.

Con vistas a garantizar este objetivo último, la entrada en servicio de cualquier nuevo avión táctico supone, en la mayoría de los casos, la evaluación de muy diferentes propuestas antes de llegar a ese punto, basadas en los mismos requisitos emitidos iniciales y revisados conforme evoluciona y se encuadran las demandas del programa, desde una RFI (Request For Information) hasta la DEM/VAL (Demonstration/Validation), pudiendo existir dos subfases (a veces difusas) que no necesariamente han de darse o sucederse entre sí: la primera involucra los llamados «aviones experimentales» (también conocidos en los programas norteamericanos como Serie X) ,en las que se prueban nuevos conceptos tecnológicos y aerodinámicos revolucionarios que, en muchos casos por lo adelantados a su tiempo (o su impracticabilidad), no son finalmente integrados en aviones operativos, pero sí suponen un paso adelante en la adquisición de *know how*.

En la segunda, son protagonistas los llamados «aviones demostradores» (nuevamente y según designación norteamericana americana, la llamada Serie Y), utilizada para designar prototipos de nueva cuña que integran soluciones que han sido probadas en mayor o menor medida o similitud en aviones de la serie X, o cuya concepción no involucre avances tan radicales como los inherentemente asociados a estos. Curiosamente, y pese a que en su totalidad por concepto, diseño y desarrollo, debiera haber sido categorizado como un programa de la Serie X, este fue el caso de uno de los programas más punteros de la historia de la aeronáutica militar de caza, el programa ATF (Advanced Tactical Fighter) emitido durante la fase final de la Guerra Fría y que daría como resultado el sucesor del F-15C Eagle, enfocándose, por tanto, como el futuro caza de superioridad aérea por excelencia principal del inventario de la USAF, enfrentando dos contendientes: el YF-22 Raptor de Lockheed y el YF-23 Blackwidow de Northrop, siendo finalmente declarado ganador el primero, dando lugar al actual F-22A Raptor.

Si bien en programas similares desarrollados en el pasado, el no ganador del concurso simplemente pasó a ser parte de la historia de la aeronáutica militar con un mayor o menor renombre. El caso del YF-23 siempre ha estado dotado de un aura especial: avión de ensueño y con capacidades superiores a las del YF-22 para unos, avión simplemente único para otros por las formas futuristas y poco conservadoras de las que fue dotado. Lo cierto e innegable es que, pese a que el segundo de los dos prototipos construidos realizó su último vuelo el 18 de diciembre del cada



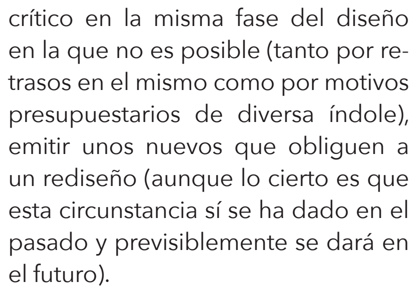
YF-22 e YF-23 PAV-2 (Grey Ghost) durante la fase DEM/VAL. (Imagen: National Museum of the United States Air Force)

vez más lejano 1990, el Blackwidow nunca ha perdido su vigencia, siendo aún hoy objeto de admiración y de múltiples reseñas profesionales.

Así, esta serie de tres artículos tiene como objeto la descripción del proceso de diseño del YF-23, desde las primeras tentativas hasta el avión conocido por todos que concursó en el Programa ATF contra el YF-22. La segunda entrega se enfocará en el desarrollo el programa de ensayos en vuelo, dentro del marco de la DEM/VAL (Demostration/Validation). Finalmente, en la tercera, se describirá el avión como tal, haciendo hincapié en los elementos más característicos de este.

LOS ORÍGENES DEL ATF. LA FASE CONCEPTUAL (1971–1981)

Muchos son los factores implicados en el desarrollo de una aeronave militar, entre otros el CONOPS (CONcept of OPerationS), vigente en el momento de emitir los primeros requisitos y la predicción o estimación de cuál será su evolución en el futuro ante las amenazas emergentes previstas. Por tanto, estos requisitos iniciales no son, por decirlo de alguna manera «rígidos», sino que tomando como cimientos unas bases lo suficientemente sólidas, evoluciónan conforme se desarrollan las distintas etapas del programa, hasta llegar a un punto crítico en la misma fase del diseño en la que no es posible (tanto por retrasos en el mismo como por motivos presupuestarios de diversa índole), emitir unos nuevos que obliguen a un rediseño (aunque lo cierto es que esta circunstancia sí se ha dado en el pasado y previsiblemente se dará en el futuro).



Desde los mismos orígenes de la aviación militar, la tendencia de los diversos contendientes que se han venido sucediendo en los diversos conflictos del siglo XX ha sido el dificultar a su adversario su detección, adoptando desde fuselajes con patrones de pintura hasta, tras la aparición del radar, volar lo más lejos posible del alcance de detección de este, empresa que paulatinamente fue vislumbrándose cada vez más difícil hasta que, a mediados de los años 1960, fue prácticamente imposible evitar, en parte debido a una cada vez más avanzada y letal IADS (Integrated Air Defence System, sistema de defensa integrado aéreo) soviética basada en tanto en radares de alerta temprana (EWR, Early Warning Radar) como en los cada vez más numerosos y certeros SAMs (Surface Air Missiles), cuya eficacia fue demostrada tempranamente, derribando por parte de un SA-2, en 1960, el U-2 pilotado por Francis Gary Powers. A esta dificultad se sumaba el exponencial desarrollo en nuevos sistemas de detección de objetivos, tanto por métodos ópticos cada vez más refinados y de mayor alcance como especialmente por los sistemas IRSTs (Infra Red Search and Tracking) basados en la detección de las emisiones infrarrojas, de los motores inicialmente y del conjunto del avión más recientemente, conforme ha avanzado la tecnología en este campo. La efectividad de los SAMs fue demostrada en el sudeste asiático en el que, como consecuencia de ello, y ante un cada vez más elevado número de pérdidas americanas (incrementada innecesariamente por las ROE (Rules of Engagement) vigentes y las rutas de ataque fijas impuestas por la política de guerra), se produjo un rápido desarrollo, tanto en los diversos sistemas de autoprotección y guerra electrónica, como en las tácticas para maximizar su eficacia.

A comienzos de los años 1970, una nueva generación de cazas, fruto de las lecciones aprendidas en la Guerra de Vietnam, comenzaba su entrada en servicio

A comienzos de los años 1970, una nueva generación de cazas, fruto de las lecciones aprendidas en la Guerra de Vietnam, comenzaba su entrada en servicio. La mayoría de estos siguen volando hoy en día con plena vigencia, lo que dice mucho acerca del énfasis y empeño puesto en su diseño, estando equipados en su momento con los sistemas *state of the art* en materia de aviónica y sistemas de misión. Sin embargo, pese a todos los avances cuantitativos y cualitativos introducidos, todo este conjunto de sistemas, que aún hoy se actualizan



F-14A Tomcat de los Jolly Rogers tomando en el USS Nimitz en 1981. (Imagen: US Navy)



YF-17 durante uno de los vuelos de evaluación. (Imagen: US DoD)

y mejoran a pasos más agigantados, no hacían a un avión «invisible» (tal y como se conoce hoy en día) sino, más bien, intentaban «saturar» o «confundir», por así decirlo, los sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos antes y/o durante el lanzamiento del armamento.

Así, el Programa ATF como tal no comenzó realmente en los inicios de la década de 1980, sino en 1971, época en la que los «padres» de una generación de cazas que aún siguen en primera línea de combate, eran la punta de lanza de las fuerzas armadas estadounidenses. En efecto, el primer uso oficial del nombre ATF o Advanced Tactical Fighter se incluyó en el CONOPS del Mando Aéreo Táctico (TAC), iniciándose una fase de estudios conceptuales a la par que los F-14, F-15, YF-16 e YF-17 estaban entrando, o bien en la fase prototipo, o bien en la de fabricación y entrega de aviones serie. La variedad de soluciones propuestas para este concepto (que realmente y pese a las siglas no describía a un caza de superioridad aérea como tal, sino más bien a un cazabombardero de nueva generación), era tan diversa que, poco o prácticamente nada, tenían que ver con lo que casi 20 años más tarde vería la luz, pese a que, inclusive, se promulgó una fase concurso del ya llamado ATG (Air To Ground) en la que quedaron finalistas, en 1972, McDonell Douglas y General Dynamics; la reducción presupuestaria acentuada por el fin de la Guerra de Vietnam y nuevos recortes, pronto puso fin a esta tentativa inicial, enfocándose

S-200 Angara (SA-5). (Imagen de Vitaly V. Kuzmin)

los esfuerzos económicos en los entonces incipientes programas A-10, F-15 y F-16.

Sin embargo, un conjunto de nuevas circunstancias impulsaron de nuevo las tentativas del programa: en julio de 1975, durante uno de los *briefings* de inteligencia periódicos dados por el Pentágono a todos aquellos con «necesidad de conocer», se discutieron los nuevos avances soviéticos alcanzados en su red de defensa aérea, enfocándose en:

– La madurez alcanzada en el desarrollo de los radares de sus interceptores con capacidad *look down-shoot down*.

– Desarrollo de SAMs (Surface Air Missiles), entre ellos el SA-5; capaz de alcanzar altitudes de 125 000 pies, pudiendo equiparse con una pequeña cabeza nuclear capaz de derribar a una formación de bombarderos a unas cien millas de distancia, dada la potencia de la detonación y la onda de choque generada.

El más vivo ejemplo de efectividad analizado durante la sesión fue la Guerra de Yom Kippur; Israel, utilizando equipo norteamericano y con tácticas de combate similares a las de estos, perdió 109 aviones en 18 días, siendo la mayoría de las bajas causadas por los SAM de las fuerzas árabes, comprados directamente a la Unión Soviética. Extrapolando el resultado a un hipotético conflicto en Europa del Este entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, se estimó que la USAF se vería completamente diezmada en aproximadamente unos 17 días.

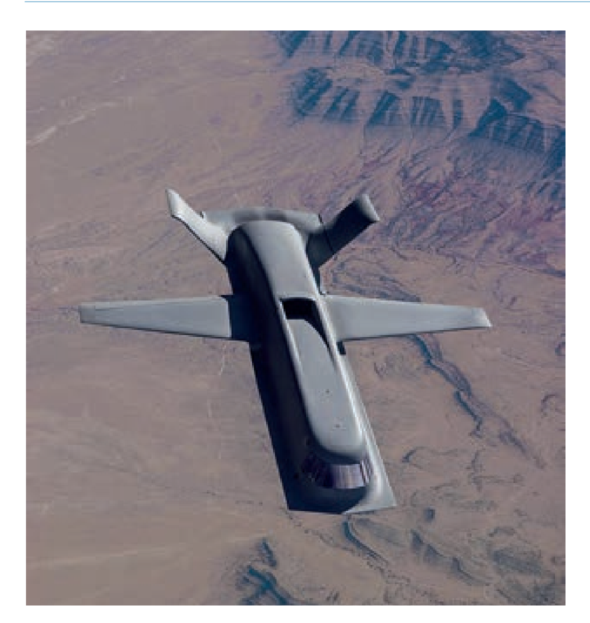
Hasta la fecha, cualquier estudio asociado al desarrollo de capacides furtivas había tenido en la propia USAF, su mayor obstáculo, en tanto consideraba que los avances en diseño y capacidades de detección de los nuevos modelos de radares habían superado cualquier posibilidad de ser contrarrestados; para ello, la solución pasaba por desarrollar e impulsar la implementación de drones hipersónicos avanzados en forma de cazas y bombarderos. No obstante una nueva tecnología, que marcaría un punto de inflexión en la aviación de combate, estaba a punto de entrar en escena: en efecto, siendo uno de los asistentes a la sesión de inteligencia el recién designado ingeniero jefe de los Skunk Works de Lockheed, Ben Rich, se le presentó una oportunidad de oro de la mano de Denys Overholser quien, basándose en la publicación técnica de Pyotr Ufimtsev, de título «Método de las Ondas de Borde en la Teoría Física de la Difracción», diseñó el *software* ECHO I capaz de estimar la sección transversal de radar (RCS, Radar Cross Section) de un avión, dividiendo su estructura en paneles planos triangulares, aplicando las ecuaciones de Ufimtsev a cada una de las aristas, denominando a esta técnica *faceting*, teniendo como resultado final, tras ganar el concurso Experimental Survivable Testbed (XST) propuesto por DARPA y la construcción de sendos demostradores, el F-117A, primer avión puramente *stealth* y punto de partida de la tendencia actual.



Su-27. (Imagen de WS)

Entretanto, y para contrarrestar la nueva generación de cazas americanos, no tardaron en aparecer en el centro de ensayos de Ramenskoye, en 1977 y 1979, los conceptos RAM-K y RAM-L por parte soviética, siendo los precursores del MiG-29 Fulcrum y el Su-27 Flanker, demostrando (especialmente este último), actuaciones sobresalientes y, lo que es más importante: estaban dotados de radares con capacidad *look down-shoot down*. A esta nueva complicación se le añadió la aparición del IL-76 Mainstay, el SUAWACS (Soviet Union Airborne Warning and Control Aircraft).

Así, dado el más que considerable avance tecnológico en un muy reducido periodo de tiempo (realmente menos de una década) el Programa ATF–ATG evolucionó hacia una nueva perspectiva: no se trataba ya de



El Tacit Blue. (Imagen conceptual generada por ordenador, Northrop-Grumman)

realizar una serie de estudios de un avión de combate que sustituyese en un futuro próximo al recién entrado en servicio F-15A sino que fue enfocado a ir más allá de los límites tecnológicos de su tiempo, sobrepasando el *state of the art* que se estimó, lo cual era posible conseguir a medio plazo. El objetivo era lograr un salto tecnológico de tal magnitud que permitiera a Estados Unidos ponerse muy por delante de cualquier tipo de amenaza, presente y futura, maximizando el nivel de automatización y efectividad de sus sistemas de misión más allá de lo técnicamente posible en los años 70. Por ello, el WAL (Wright Aeronautical Laboratory) tras un estudio enfocado a este fin, identificó seis necesidades tecnológicas básicas del ATF y sus sub-ramificaciones tecnológicas de primer nivel relacionadas: aviónica, HMI (Human Machine Interface) y *cockpit*, planta de empuje, sistemas de control de vuelo, materiales estructurales y subsistemas misceláneos.

Uno de los contendientes, y finalista del XST junto con Lockheed, fue Northrop, quien ya disponía de una cierta experiencia y estudios avanzados en la materia diseñando, durante la década de 1980, el poco conocido Tacit Blue (apodado The Whale por sus extrañas formas aerodinámicas, enfocadas en alojar en un diseño de baja observabilidad, en la sección de morro, un radar de apertura sintética de generosas dimensiones) y el archiconocido B-2 Spirit, este último diseñado en el marco del programa ATB (Advanced Tactical Bomber). Pese a la diferencia de formas, ambos tenían una característica en común de suma importancia, hasta el punto de que es la base de cualquier diseño actual dotado de características de baja observabilidad: su superficie aerodinámica estaba basada en superficies gaussianas o tridimensionales, maximizando la componente *stealth*, especialmente en el caso del B-2, dotado además de buenas cualidades aerodinámicas. Fue por tanto el resultado del ATB lo que marcó el camino a seguir en el desarrollo del ATF, tanto para Northrop como para el resto de contendientes.

Así, en 1981, tras diez años de estudios conceptuales y ante la impaciencia de la USAF, que deseaba llegar a la IOC (Initial Operational Capability) en 1993 el programa evolucionó a la fase RFI (Request For Information).

DESDE LA FASE RFI (REQUEST FOR INFORMATION 1981-1982) HASTA LA CDI (CONCEPT DEVELOPMENT INVESTIGATION 1983–1984)

Pese a ello el DOD (Department Of Defence) denegó cualquier inversión, argumentando que previsibles futuros derivados del F-15 y del F-16 extenderían la capacidad de avión de combate durante los años 1990. No obstante, la USAF se adelantó a este hecho, emitiendo una RFI a nueve compañías de defensa, indicando que, durante al menos un año, los estudios que surgieran deberían amortizarse por la propia empresa, sin recibir ningún tipo de ayuda económica. Siete de las nueve compañías respondieron, emitiendo un total de 19 propuestas de una amplia diversidad, que fueron divididas por la comisión de evaluación en dos grupos mayoritarios: capacidades aire-aire puras y aire-suelo, eso sí, con ciertas características comunes que formarían parte de los requisitos para el futuro ATF: monoplaza con el rol aire-aire como primario, bimotor y con tobera bidimensional, dotado de una relación empuje-peso muy superior a la disponible en la fecha de emisión del estudio y capacidad supercrucero, con armamento integrado en la aeroestructura (armamento interno). Paulatinamente, el ATF fue enfocándose principalmente al rol aire-aire, sin dejar de lado a unas ciertas capacidades aire-suelo tras unas



Diseño de bajo índice de observación tal y como era entendido en 1981 por la extinta compañía aeroespacial Loral Corporation quien, para promocionar sus diseños de guerra electrónica, utilizó esta imagen conceptual. Loral Corporation desapareció como tal en 1996, siendo adquirida en su mayor parte por Lockheed. Como curiosidad, la imagen sirvió de inspiración para modelos a escala y juguetes de acción de los años 1980. (Imagen: Loral Corporation, vía YF-23.net)





Uno de los conceptos originales de Northrop, el N-355 Agile Plus, hacia 1983. (Imagen Northrop–Grumman)



El N-357 Low Signature Missiler, contemporáneo del N-355. (Imagen Northrop–Grumman)

pragmáticas palabras emitidas por el general Wilbur L. Creech, comandante en jefe del TAC (Tactical Air Command) entre 1978 y 1984, enfocadas en este sentido. En ese momento, pese a que las características de baja observabilidad eran deseables, no eran una característica base del diseño; no obstante Northrop constituyó un «equipo en la sombra» a mediados de los años 1980 para avanzar en la investigación en este campo, dejando a un «equipo visible» encargado de estudiar unas actuaciones propias de un avión E-M o Energy-Maneuverability siguiendo los preceptos de John Boyd, en los cuales se basó ampliamente el diseño del F-16.

Por otra parte uno de los componentes, la planta de empuje, siguió un camino parecido. Ya que sus requisitos estaban más definidos, el desarrollo se adelantó al de la aeroestructura, disponiendo así tanto del YF119-PW100 como del YF120-GE-100 de Pratt&Whitney y General Electric respectivamente años antes de comenzar la DEM/VAL.

Finalizada la CDI en mayo de 1984 tras ocho meses de duración, la RFP (Request For Proposal) fue finalmente emitida en octubre de 1985 a las siete compañías contendientes, disponiendo ya de fondos oficiales. En menos de ocho días se emitió una nueva revisión, incluyendo requisitos de baja observabilidad. Pronto este requisito, habida cuenta del destacable progreso en el desarrollo del F-117 y del Tacit Blue, se convirtió en el caballo de batalla, lo que generó que aquellos contratistas de defensa, sin experiencia en este campo, fueran paulatinamente quedando atrás. Curiosamente, mientras la respuesta inicial de Lockheed fue un derivado del F-117 (quedando rápidamente descartado por los evaluadores de la USAF dadas las enormes penalizaciones aerodinámicas), la de Northrop, una vez que el «equipo en la sombra» entró en escena, aplicando su *know how* en el desarrollo de aviones tácticos de forma aerodinámica basada en superficies gaussianas, comenzó a asemejarse cada vez más al futuro YF-23, dejando de lado sus propuestas iniciales basadas en el F-5 y el F-21 con capacidad supercrucero (cuya imagen conceptual acompaña estas líneas), que hubieran sido del agrado de la *Fighter Mafia*.

EL PROGRAMA ATF

Entre 1984 y 1985, la USAF veía esta fase como una oportunidad de desarrollo tecnológico (en palabras más técnicas, un «empuje tecnológico enfocado»), en la que muchas de las tecnologías que se iban a aplicar en el mismo comenzaban a ser aprobadas de forma experimental y en ambientes controlados (túneles aerodinámicos, ensayos y validación de sistemas en laboratorios) sin prototipo alguno existente. Sin embargo, a finales de diciembre de 1985, el desarrollo del programa se vio frenado por dos motivos: el primero técnico, en tanto



Propuesta final de Lockheed. Concepto ATF (Imagen Lockheed vía YF23.net)



Propuesta final de Lockheed. Concepto ATF (Imagen Lockheed vía YF23.net)

los requisitos se endurecieron considerablemente, demandando entre otras particularidades mayores capacidades de baja observabilidad en la sección posterior y modelos a escala real para pruebas RCS. El segundo político, en el que además, se exigieron dos demostradores y un laboratorio de aviónica (Avionics Ground Laboratory, AGL), todo ello sin un incremento en los fondos destinados al programa.

Estas modificaciones redujeron el número de contendientes y propuestas a las cuatro más prometedoras: la de Boeing muy semejante a la que 20 años después sería designada como X-32. La de General Dynamics, parecida a la de un F-16 con admisiones laterales y un ala en forma de diamante. Y finalmente, la de Lockheed (YF-22) y la de Northrop (YF-23) siendo estos dos últimos los ganadores de esta fase, comenzando las alianzas estratégicas: Northrop se aliaría con McDonnell Douglas y Lockheed con Boeing y general Dynamics.

Lo cierto es que la enorme evolución que representaron los diseños de baja observabilidad de Northrop, tanto en el ATB y ATF, así como el camino seguido en la actualidad por diversos programas aeronáuticos vigentes/futuros, se deben en gran medida al que fue el científico jefe de esta compañía, Yu Ping Liu, cuyo campo de trabajo era precisamente este. Así, cuando los requisitos del ATF se endurecieron y quedó patente que el requisito de baja observabilidad «todo aspecto» sería primordial en el avión, Liu, dotado del extraño don de diseñar formas aerodinámicas de baja observabilidad sin penalizar el rendimiento aerodinámico (clave en un avión de combate) fue transferido a finales de 1985 del programa B-2 al ATF.

Sus propuestas fueron tan exitosas que se pusieron en duda por la comisión evaluadora de la USAF, levantando acciones que estuvieron siempre contestadas (algunas de ellas en tiempo real) por Liu. La magnitud e importancia del diseño del avión, en base a curvas gaussianas, explican la gran visibilidad externa de la que dispondrían los pilotos, así como las *handling qualities* de las que estuvieron dotados ambos prototipos, maximizando las cualidades en el vuelo a altos ángulos de ataque, gracias al diseño de la sección del morro. El diseño final, lo que hoy en día conocemos como YF-23, fue presentado a sus futuros pilotos en mayo de 1986 por el manager del programa, Del Jacobs, en una sesión informativa de máxima seguridad en Hawthorne, California, en donde las enormemente futuristas y estilizadas líneas no les dejaron indiferentes. ■

El Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial

La Seguridad Aeroespacial precisa de un sistema de mando y control aéreo como sistema integrado que enlace el planeamiento y ejecución de las operaciones e involucre personal, material de todo tipo, tecnología de gestión de la información y ayuda a la decisión, conocimiento del entorno (sensores) y redes de comunicaciones.

El sistema nervioso del Sistema de Mando y Control Aéreo es el Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, un conjunto de capacidades que gestiona en tiempo real la batalla aérea realizando el control de la misión, tanto de sistemas espaciales, de las aeronaves (tripuladas y tripuladas remotamente) como de los sistemas de defensa aérea y antimisil.

La vigilancia y control aeroespacial constituye la columna vertebral del Ejército del Aire, tanto para las misiones permanentes como para apoyar en la acción aeroespacial del Estado. Su integración, sostenimiento y actualización son prioritarias, ya que solo con un sistema de vigilancia y control aeroespacial moderno y eficaz, se podrá asegurar el dominio aeroespacial. Un dominio que cobra cada vez más protagonismo dentro de la Seguridad Nacional, pues el aire y el espacio, constituyen un dominio único en constante crecimiento, lleno de oportunidades y desafíos del que España, al igual que el resto de las naciones avanzadas del mundo, es sumamente dependiente.



A la tradicional actividad aérea, se añade la proliferación de actividades en el espacio y en las capas bajas de la atmósfera, bien por ingenios espaciales estatales o privados, bien por el crecimiento de los sistemas tripulados remotamente. Esto obliga a mantener y actualizar los sistemas existentes, herederos de un legado inherente al propio Ejército del Aire, a la vez que se refuerza la vigilancia y el control, tanto de la capa baja como de la capa alta, del dominio aeroespacial. Un sistema que se vislumbra vital mirando, incluso, más allá del 2035.

Materializar esta prioridad, compartida por el jefe de Estado Mayor de la Defensa, por medio de una adecuada asignación financiera de entre los limitados recursos existentes, debe constituir la guía de conducta en el ciclo de planeamiento de la Defensa que acaba de dar comienzo. Sólo así, el Ejército del Aire continuará garantizando la defensa y seguridad aeroespacial que España demanda.

Antonio Guerrero Mochón
General de brigada del Ejército del Aire
Jefe de la División de Planes del Estado Mayor del Aire

Seguridad aeroespacial

Ignacio Moll Santa Isabel
Teniente coronel del Ejército del Aire

La Seguridad del ámbito aeroespacial se considera crucial en la actualidad, pero… ¿Qué se entiende por ámbito aeroespacial? ¿Qué y de qué debe protegerse? ¿Es realmente protegible? ¿Cómo? ¿Qué conforma el sistema de Seguridad Aeroespacial?

Todas estas preguntas, encuentran una primera respuesta en dos documentos estratégicos nacionales del más alto nivel: la Estrategia de Seguridad Nacional y la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional.

LAS ESTRATEGIAS DE SEGURIDAD

La Estrategia de Seguridad Nacional vigente, data del año 2017 y es heredera de las de 2013 y 2011. Una vez finalizado su horizonte temporal de cuatro años, es muy previsible que sea actualizada durante este año 2021.

Independientemente de las necesarias actualizaciones, todas estas estrategias de seguridad nacional mantienen una línea estable, marcadas fundamentalmente por su enfoque integral e inclusivo. Así la pionera Estrategia del año 2011 (confeccionada bajo el liderazgo del ex-secretario general de la OTAN y ex-alto representante de la UE para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad, Javier Solana de Madariaga) se titulaba «una responsabilidad de todos», la del año 2013 «un proyecto compartido» y la vigente de 2017 «un proyecto compartido de todos y para todos».

Es decir, la seguridad es cosa de todos y todos tienen el deber de contribuir a ella (organismos estatales, autonómicos, locales y privados) siempre de forma coordinada, produciendo sinergias y eliminando redundancias, y bajo el liderazgo del Gobierno asesorado por el Consejo de Seguridad Nacional.

Se entenderá por Seguridad Nacional la acción del Estado dirigida a proteger la libertad, los derechos y bienestar de los ciudadanos, a garantizar la defensa de España y sus principios y valores constitucionales, así como a contribuir junto a nuestros socios y aliados a la seguridad internacional en el cumplimiento de los compromisos asumidos
Ley 36/2015

Así se refleja en la Ley 36/2015 de Seguridad Nacional, una ley que, sin derogar la Ley Orgánica 5/2005 de la Defensa Nacional, actualiza el concepto de Seguridad de forma amplia, englobando como parte fundamental de ella, la Defensa Nacional.



Comité de elaboración de la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional (octubre de 2018)

Aunque la Seguridad Aeroespacial fue elemento recurrente en las Estrategias de Seguridad de 2011 y 2013 (no hay que olvidar que el siglo XXI comenzó con un evento de seguridad aérea que cambió el orden internacional), no fue hasta que se publicara la Estrategia de Seguridad Nacional de 2017, cuando realmente se manifestó la necesidad de desarrollar una estrategia de seguridad de segundo nivel específicamente enfocada al ámbito aeroespacial. Así, liderados por el Departamento de Seguridad Nacional (órgano de trabajo del Consejo de Seguridad Nacional) y con la participación de un elevado número de organismos de diferentes mi-



Estrategias de Seguridad

nisterios, entre los que estuvo muy presente el Ejército del Aire, en el año 2019 se promulgó la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, situándose España en la vanguardia de los países más avanzados en este ámbito.

EL ÁMBITO AEROESPACIAL

Para poder entender la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, lo primero que debe hacerse es delimitar el ámbito aeroespacial; por qué… ¿Dónde termina el ámbito aéreo y comienza el espacial? ¿Existen dos dominios claramente diferenciados?

Popularmente se extiende la idea de que el espacio es aquello que está fuera de la atmósfera terrestre, pero esto no es cierto. Las leyes físicas convencionales establecen que la atmósfera terrestre, entendida como la capa de gases de la Tierra, alcanzaría los 10 000 km., si bien es cierto que el 75 % de estos gases se concentrarían en los primeros 11 km. Así, técnicamente, la estación espacial internacional, que mantiene una órbita aproximada de 400 km., estaría muy dentro de la atmósfera terrestre.

Entonces ¿de verdad no existe una delimitación clara consensuada entre el espacio aéreo y el espacial? Por necesario que pueda ser en el mundo actual, explotador del espacio y del aire, no. Pero, aunque no exista un consenso internacional que delimite una frontera entre ellos, sí parece existir una costumbre de establecer cierta separación a partir de los 80 o 100 km. Esta referencia, basada en los estudios del físico húngaro Theodore von Kármán, estima en esa distancia el límite donde las fuerzas de la dinámica orbital son mayores que las fuerzas aerodinámicas. En cambio, los controles de la NASA lo establecen en los 120 km, ya que a esa distancia comienza a percibirse la resistencia atmosférica. Por último y como otra referencia más a considerar, la Fuerza Aérea estadounidense (USAF) otorga las «alas de astronauta» al personal que haya superado las 50 millas (aprox. 80 km).

Para añadir más confusión, es muy común el empleo de otros términos, de entre los que se destaca el de «ultraterrestre» que, conforme al diccionario de la Real Academia de la Lengua española, se entendería como aquello que está más allá de la Tierra (y por tanto de su atmósfera, que es parte de la Tierra), pudiéndose asimilar al término «espacio exterior» o «espacio sidéreo».

Esta indefinición no es baladí, pues tiene un impacto legal directo, ya que la legislación vigente sobre el espacio aéreo de soberanía o el tratado del espacio de 1967, pueden ser aplicables, o no, en función de los límites verticales que se consideren.

No existen límites físicos o funcionales entre el ámbito aéreo y el espacial. Desde el punto de vista de la Seguridad, el ámbito aeroespacial es único
ESAN 2019



Estación Espacial Internacional. (Imagen: NASA)

Aún así, con o sin límites acordados, desde el punto de vista de la Seguridad, el ámbito aeroespacial es único, el continuo aire-espacio, ya que toda acción humana que acontece en o desde el espacio pasa por el aire.

Esta aproximación es compartida por las naciones más avanzadas que integran en, o a partir de, su Fuerza Aérea, la Fuerza Espacial. Sirvan como ejemplo, entre otros muchos, países como Francia, cuya Fuerza Aérea cambió recientemente su nombre a *Armée de l'Air et de l'Espace* (Ejército del Aire y del Espacio), o Estados Unidos, que fundó su Fuerza Espacial desde su Fuerza Aérea.

EL ÁMBITO AEROESPACIAL COMO UN BIEN A PROTEGER

La relevancia del ámbito aeroespacial en las sociedades modernas, como la española, es mayúscula.

Desde el punto de vista meramente aéreo, España se configura como nexo de unión de culturas y continentes, siendo un *hub* entre América del Sur, África y Europa; uniendo además personas, ya que no en vano España se sitúa como el segundo país del mundo que mayor número de turistas recibe al año, un número que durante los años previos a la COVID, llegó a duplicar al de su población. Más del 80 % del turismo llegado a España lo hizo por vía aérea.

El transporte aéreo se presenta como un elemento vertebrador del Estado y uno de los sectores estratégicos de la economía nacional. Proteger los 2 190 000 km^2 de espacio aéreo de soberanía, responsabilidad o control, es fundamental para permitir esos movimientos, que se realizan debido a que son seguros, pues sin garantizar la vigilancia y control del espacio aéreo, éstos no se podrían llevar a cabo.

A esta relevancia del ámbito aeroespacial español se suma el hecho de que la OTAN delega el control de todo el espacio aéreo del sur de Europa en su centro de operaciones de Torrejón, al mando de un teniente general del Ejército del Aire.

Pero a este punto de vista aéreo, ha de añadirse el espacial. El espacio tiene y tendrá un crecimiento exponencial, llevándose en él actividades de todo tipo: operación de mini-satélites en órbitas bajas, minería en el espacio exterior, recogida de basura espacial, turismo espacial, colonización de otros planetas… Un potencial económico enorme tanto para actores estatales como no estatales, al que debe asegurarse su acceso y libertad de acción.

Es poco conocida entre la sociedad, la dependencia espacial de España. Esta dependencia es a todos los niveles, mayor de lo que normalmente se cree, abarcando aspectos como las comunicaciones (incluyendo internet o televisión), la vigilancia y reconocimiento (sobre diferentes tipos de actividades), la meteorológica (mejorando la precisión de previsiones y aumentando la efectividad de las medidas a adoptar frente a ellas), etc. Otro aspecto de esta dependencia aeroespacial se muestra en los sistemas de posicionamiento, navegación y control de tiempo (conocido por sus siglas en inglés PNT - Position, Navigation and Timing): posición (GPS, Galileo…) que se emplea a diario en todo tipo de actividad, Navegación (no solo aérea sino también terrestre o marítima) y tiempo que sincroniza toda actividad en la tierra (como transacciones bursátiles u bancarias).



EF2000 Ala 14. (Imagen: Ejército del Aire)

De forma más específica, la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional de 2019 identifica los siguientes intereses nacionales a proteger, que son, como no puede ser de otra manera, coincidentes con los de la Estrategia de Seguridad Nacional:

– Vida, seguridad y bienestar.
– Legislación nacional e internacional.
– Libertad de navegación y seguridad de aeronaves.
– Espacio aéreo de soberanía, responsabilidad e interés.
– Libre acceso y explotación del espacio.
– Infraestructuras, medios y servicios aeroespaciales.
– Industria aeroespacial nacional.
– Salud de la sociedad (propagación de agentes).
– Medioambiente aeroespacial.

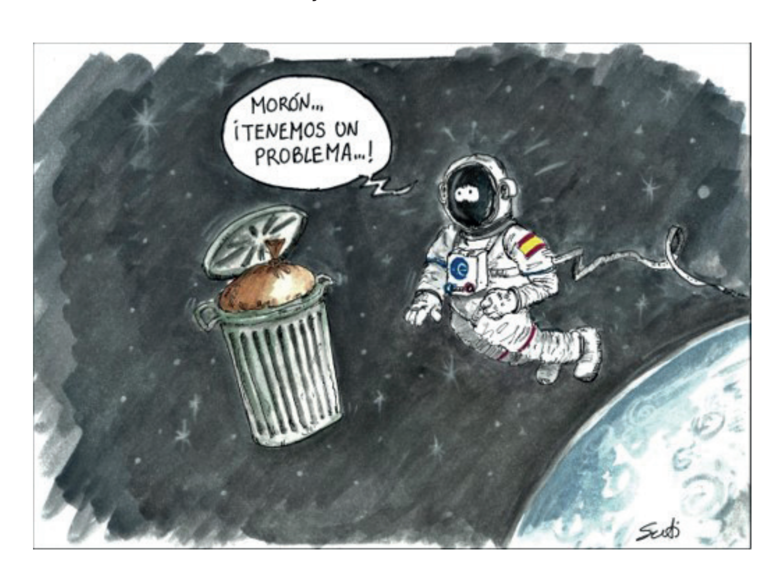


EVA 13. (Imagen: Ejército del Aire)

El ámbito aeroespacial conecta todos los puntos de la Tierra y en él se desarrollan actividades tan fundamentales para la sociedad moderna que sería difícil concebir la vida sin ellas

ESN 2017

En resumen, se puede concluir que el ámbito aeroespacial constituye un espacio común global de singular importancia, ámbito no susceptible de apropiación, presidido por el principio de libertad. En un contexto internacional de mayores tensiones, estos espacios comunes globales son objeto de creciente competición y confrontación. Por lo tanto, es necesario asegurar su utilización frente a diversos desafíos y amenazas.



Basura espacial. (Dibujo: Santiago Alfonso Ibarreta Ruiz)

DESAFÍOS Y AMENAZAS A LA SEGURIDAD EN EL ÁMBITO AEROESPACIAL

La Estrategia de Seguridad Nacional 2017 caracteriza el ámbito aeroespacial por su fácil acceso y débil regulación, lo que puede convertirlo en un escenario de confrontación, con amenazas y desafíos propios.

La diferencia entre desafíos y amenazas, radica en la intencionalidad. Tal y como recoge la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, amenaza es «un potencial daño, fruto de un acto deliberado y de naturaleza delictiva o ilícita»; mientras que desafío es «aquello que, sin intencionalidad, puede propiciar amenazas, agravarlas o acelerar su materialización».

A pesar de esa diferenciación, las amenazas y desafíos no pueden considerarse de forma aislada, ya que están interconectados, producen efectos que traspasan fronteras y se materializan frecuentemente en espacios comunes globales, como es el dominio aeroespacial.

Las amenazas identificadas en la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional están, como no podía ser de otra manera para mantener coherencia, íntimamente ligadas a las definidas en la Estrategia de Seguridad Nacional 2017. Estas son:

– Conflictos armados (la más letal), contemplando dentro de ellos aspectos como el desarrollo del armamento aire-aire y aire-tierra y sus vectores lanzadores, los misiles balísticos y de crucero, incluidos los hipersónicos, las armas de energía guiada, los disruptores de servicios esenciales (comunicación, navegación…), los satélites y medios anti-satélite, los mecanismos de captura de sistemas aeroespaciales y los ciberataques.



Radar S3T en la base aérea de Morón. (Imagen: Ejército del Aire)

Pero también la entrada de asteroides y cometas, o de la colisión, explosión o fragmentación y entrada descontrolada en la atmósfera de objetos espaciales. (Con una estimación de más de 750 000 objetos de más de un centímetro orbitando la Tierra, la basura espacial se convierte en preocupación común del más alto nivel, pues su descontrol denegará el empleo del espacio a toda la humanidad).

– Epidemias y pandemias, propagadas por transporte aéreo tanto por personas como por animales, alimentos e incluso por las aeronaves en sí (es reseñable lo visionario de la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, que identificó este aspecto con anterioridad al COVID).

– Contaminación atmosférica y acústica, que obliga a compatibilizar las operaciones aéreas con el entorno, profundizando en I+D+i en búsqueda de aeronaves ecológicas con mínima huella.

– Terrorismo, abarcando aspectos como los secuestros de aeronaves, sabotajes aéreos, ataques a aeronaves, el uso de dispositivos láser para cegar a los pilotos, el empleo de aeronaves ligeras o RPA (vulgarmente conocidos por dron), y la captación y radicalización ideológica de personal del entorno aéreo.

– Crimen organizado, recalcando dentro de él los tráficos ilícitos de personas o mercancías.

– Proliferación de armas de destrucción masiva, enfocado hacia los potenciales vectores portadores (misiles, RPAS…).

– Espionaje, tanto Industrial como de comunicaciones, pues el espacio se muestra idóneo para ello al tener alcance global fuera de la soberanía de los estados.

– Ciberamenazas, ya que los ciberataques en el ámbito aeroespacial son una actividad de máxima rentabilidad, al encontrarse el sector aeroespacial altamente tecnificado e intrínsecamente vinculado al dominio cibernético.

Además de las amenazas citadas, la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional identifica los siguientes desafíos:

– Emergencias y catástrofes, derivadas entre otros de la meteorología espacial y atmosférica, las erupciones volcánicas y el cambio climático.

Estas son las amenazas y desafíos que la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional identifica, aunque queda abierta a incorporar aquellas que puedan aparecer por medio del voraz desarrollo tecnológico que permite, día a día, un mayor empleo del ámbito aeroespacial. Por todo ello, España necesita disponer de un sistema de seguridad que permita el uso del medio aeroespacial con garantías.



Ejercicio Sentinel19. (Imagen: Ejército del Aire)

TRATADOS MULTILATERALES SOBRE EL ESPACIO DE NACIONES UNIDAS	
Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes.	1967
Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre.	1968
El Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales.	1972
El Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre.	1976
El Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes.	1984
PRINCIPIOS APROBADOS POR LA ASAMBLEA GENERAL DE NACIONES UNIDAS	
Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre.	1963
Principios que han de regir la utilización por los Estados de satélites artificiales de la Tierra para las transmisiones internacionales directas por televisión	1982
Principios relativos a la tele-observación de la Tierra desde el espacio.	1986
Principios pertinentes a la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre.	1992
La Declaración sobre la cooperación internacional en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre en beneficio e interés de todos los Estados, teniendo especialmente en cuenta las necesidades de los países en desarrollo.	1996

ASEGURAR EN EL ÁMBITO AEROESPACIAL

Tan o más importante que definir cómo se debe asegurar el ámbito aeroespacial, es identificar quién debe asegurarlo. Determinar responsabilidades.

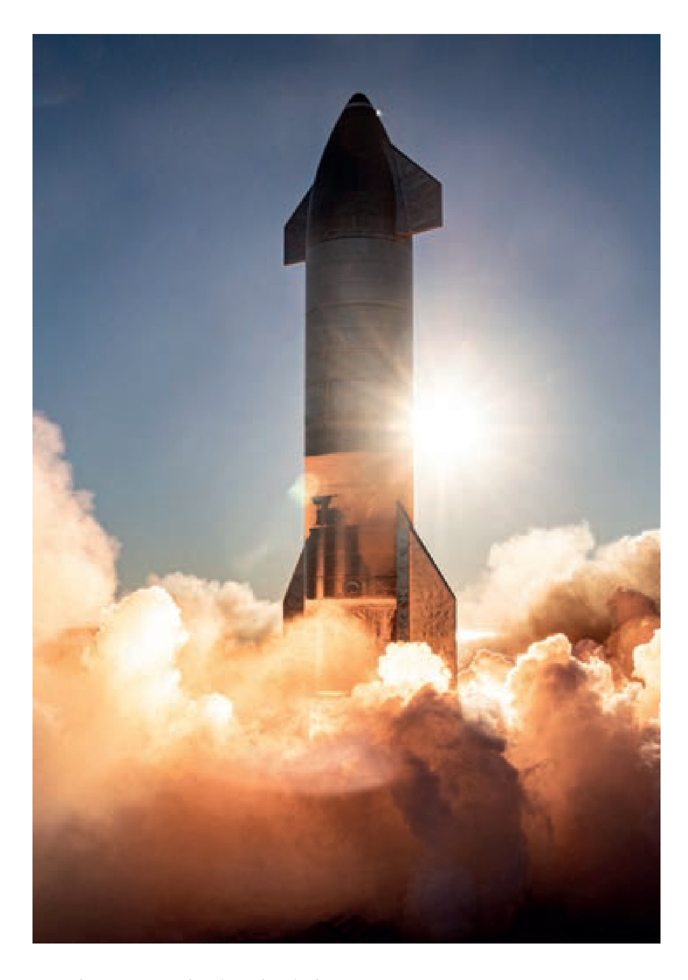
Como se ha dicho, el espacio es un dominio no susceptible de apropiación, regulado débilmente, pero regulado al fin y al cabo, lo que confiere una serie de responsabilidades sobre las naciones. Así, los acuerdos que España ha ratificado en las Naciones Unidas, determinan que el Estado es responsable subsidiario de las actividades espaciales que puedan hacer sus nacionales (personas, entidades públicas o empresas privadas).

Los principales tratados y principios que rigen las actividades en el espacio, se muestran en la tabla adjunta:

De entre todos ellos, es el tratado de 1967 sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, el que puede considerarse como la base jurídica general para la utilización del espacio con fines pacíficos, que ha proporcionado un marco para el desarrollo del derecho del espacio ultraterrestre. Se puede decir que los otros cuatro tratados desarrollan ciertos conceptos específicos incluidos en él.

Pero no debe olvidarse que estos tratados han sido ratificados por muchas naciones, aunque no todas. Es más, el realismo multipolar que rige nuestro entorno geopolítico actual, en detrimento del multilateralismo reinante desde el final de la segunda guerra mundial; hacen prever que ciertas naciones líderes en la utilización del espacio, pudieran fácilmente retractarse y abandonar dichos acuerdos si éstos fueran en contra de sus intereses nacionales.

También es significativo que desde hace más de dos décadas no se haya acordado ningún tratado nuevo, ya que ha sido en estas dos últimas cuando la explotación espacial ha sufrido un crecimiento exponencial, incorporando incluso actores no estatales. Esta tendencia se prevé que no haga más que incrementarse en un futuro, pero parece claro que actualmente no existe voluntad de legislar, lo cual, al fin y al cabo, supondría restringir las actividades en el espacio.



Starship SN8 High-Altitude Flight Test. (Imagen: Space X)

Totalmente opuesto es el caso del espacio aéreo, que queda claramente regulado por acuerdos internacionales suscritos por la práctica totalidad de las naciones, y que en el caso de España se encuentra vastamente legislado, destacando la ley 48/1960 de Navegación Aérea (en parte derogada o superada por otras normas) que establece la delimitación horizontal, no vertical, del espacio aéreo español de soberanía del Estado.

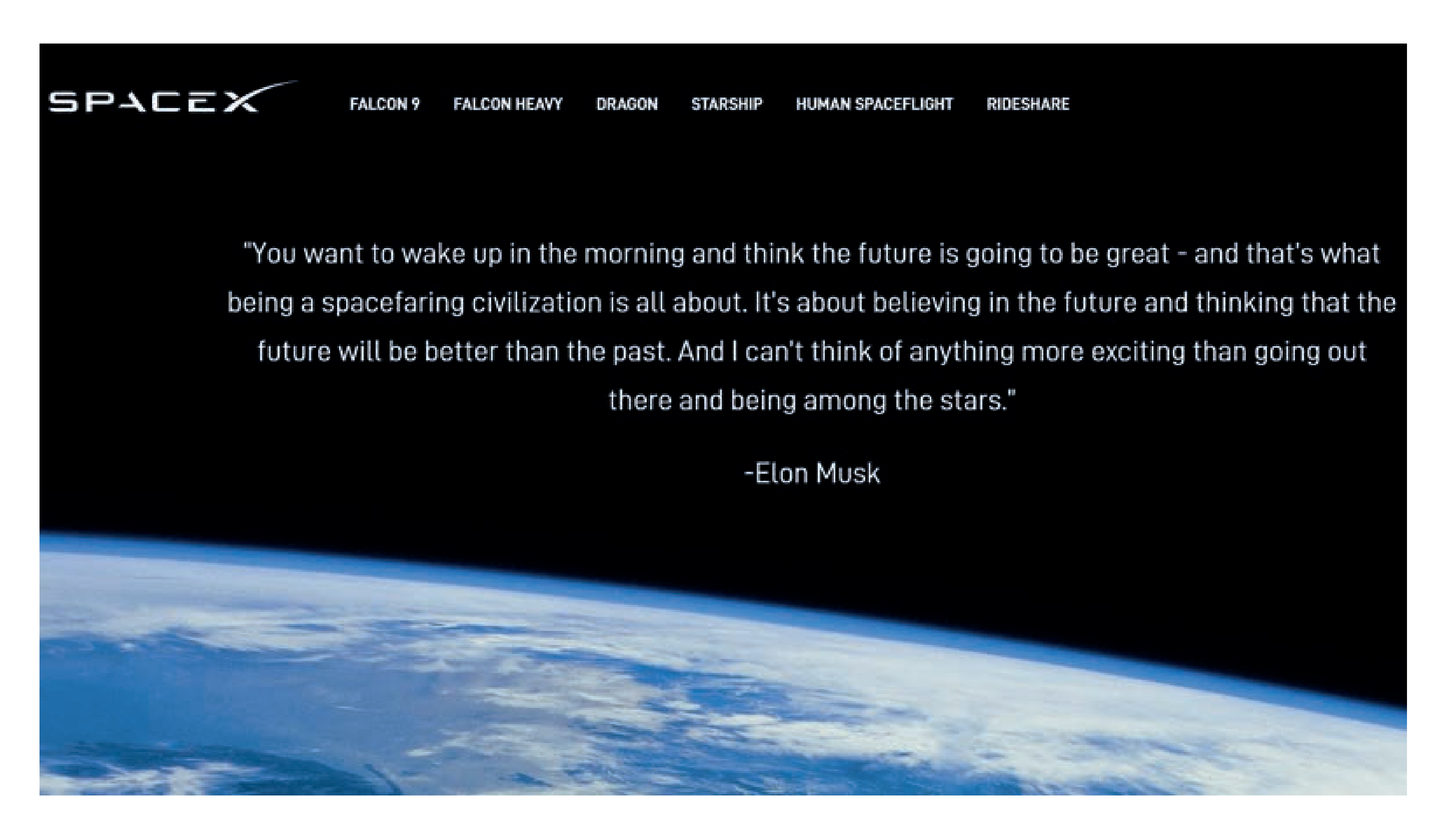
Sea como fuere, parece existir un claro consenso internacional, no escrito en forma de tratado, para garantizar el uso seguro del medio aeroespacial, máxime entre las naciones desarrolladas, que deben protegerse frente a potenciales amenazas aeroespaciales tipo A2AD que pudieran denegar el acceso al mismo.

El espacio tiene un potencial económico enorme tanto para actores estatales como no estatales, lo que le convierte en foco potencial de disputas, amenazas y desafíos que las naciones deberán afrontar individual y colectivamente
ESAN 2019

En resumen, se podría decir que existe responsabilidad estatal en la seguridad y defensa del medio aeroespacial, bien de forma soberana, bien por medio de esfuerzos multinacionales; dependiendo tanto del marco jurídico de actuación como de las capacidades disponibles o compartidas. Una responsabilidad pragmática, ya que encuentra mayores sinergias en los intereses compartidos (sobre todo de orden económico) que en los ideales de justicia internacional en su empleo.

Una vez identificado el papel de las naciones en asegurar el ámbito aeroespacial, tan solo queda cubrir cómo se lleva a cabo. Así, la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional define cinco líneas de actuación frente a los desafíos y amenazas que identifica. Estas son:

1. Fomentar una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y departamentos con competencia en el ámbito aeroespacial que permita establecer sinergias y abordar soluciones transversales.
2. Fortalecer las capacidades de los organismos e instituciones nacionales, tanto públicos como privados, para hacer frente a las diversas amenazas y desafíos propios del dominio aeroespacial.
3. Preservar en el análisis de riesgos y evaluación de medidas contra ciberataques, actos terroristas o delictivos u otros conflictos que afecten a las instalaciones aeroportuarias o al transporte aéreo, dentro o fuera del espacio aéreo español.



Compañía privada de explotación espacial. (Imagen: Space X)

4. Impulsar un desarrollo normativo del uso civil de aeronaves pilotadas remotamente que garantice el necesario equilibrio entre la seguridad de las personas, instalaciones y demás usuarios del espacio aéreo, y el desarrollo tecnológico y económico de un sector pujante de la economía española.

5. Apoyar el papel de España en el ámbito internacional, dentro del marco de compromisos y responsabilidades asumidos en materia de seguridad aeroespacial.

Para poder desarrollar estas líneas de actuación de forma coherente y coordinada, España dispone de órganos de Seguridad a diversos niveles, que actúan bajo cuatro principios rectores:

– Unidad de acción, con una gestión de crisis centralizada.

– Anticipación, compartiendo información en tiempo real.

– Eficiencia, ante una austeridad económica, por medio de la optimización de recursos.

– Resiliencia.

El órgano principal de Seguridad es el Consejo de Seguridad Nacional, que asiste al presidente del Gobierno en la dirección del Sistema de Seguridad Nacional. Por debajo de él, para apoyarle en materias específicas, se han ido creando paulatinamente diferentes comités especializados, y para el ámbito aeroespacial, desde el año 2020, se encuentra activo el Consejo Nacional de Seguridad Aeroespacial, que, presidido por el JEMAD, dispone de representación interministerial, participando como vocal permanente el Ejército del Aire.

Y es que el Ejército del Aire se postula como una herramienta fundamental del Sistema de Seguridad Aeroespacial español, garantizando la defensa y seguridad del aire y del espacio, y proporcionando capacidades únicas de excepcional valor. Un Ejército del Aire que, en línea con los países más avanzados de nuestro entorno (Francia como paradigma) tiene vocación tanto aérea como espacial.

Para poder asumir este papel, al Sistema de Mando y Control tradicional, compuesto por los Escuadrones de Vigilancia Aérea y los Centros de Mando y Control (ARS), que desde hace décadas proporcionan la seguridad y defensa del aire; se añaden de forma imparable elementos de vigilancia espacial, como puedan ser el Centro de Operaciones de Vigilancia Espaciales (COVE) o el control operativo del radar S3TSR situado en la base aérea de Morón.

Preservar un ámbito aeroespacial seguro, que permita una adecuada gestión de tráfico y un completo conocimiento de la situación, tanto aéreo como espacial, requerirá que el Sistema de Mando y Control Aeroespacial del Ejército del Aire, los «ojos y oídos» de España en el ámbito aeroespacial, sea potenciado y priorizado durante los próximos ciclos de planeamiento de la Defensa, ya que con ello se logrará garantizar la Seguridad Aeroespacial que España demanda hoy en día. ■

Los aviadores que formamos el EA miramos a ese futuro con ilusión y optimismo, conscientes de la responsabilidad que supone nuestra aportación para que el aire y el espacio sigan siendo un entorno seguro que contribuya al desarrollo de una España, que hoy más que nunca, necesita que su EA sea una fuerza aeroespacial del siglo XXI

JEMA 2021

REFERENCIAS Y LECTURAS RECOMENDADAS

– Estrategia de Seguridad Nacional 2017.
– Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional 2019.
– Ley 36/2015, de 28 de septiembre, de Seguridad Nacional.
– Tratados y principios de las Naciones Unidas sobre el espacio ultraterrestre.
– Informes anuales de seguimiento de la Estrategia de Seguridad Nacional - 2018, 2019.
– YouTube: *a day without space*.
– Revista NAT GEO: *¿Dónde está el límite del espacio?*. Nadia Drake. 28DIC18.
– Canal UNED: Conferencia del JEMA en el IUGM *El Ejército del Aire, una Fuerza Aeroespacial del siglo XXI*.



F18 en vuelo. (Imagen: Ejército del Aire)

Hacia una nueva modernización del Sistema de Vigilancia y Control

Juan Francisco Sanz Díaz
General del Ejército del Aire

Desde sus orígenes derivados de los acuerdos firmados en 1953 entre España y EE.UU de ayuda económica, ayuda para la mutua defensa y convenio defensivo, el Sistema de Mando y Control Aéreo –recientemente renombrado como Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (SVICA), para atender con esta denominación a las nuevas realidades del entorno operativo en el que el Ejército del Aire debe desarrollar su misión–, ha experimentado diversos procesos de modernización y transformación.

Del establecimiento en los años 60 de una red de alerta y control basada en un sistema manual y descentralizado, constituido inicialmente por siete escuadrones de alerta y control (EAC) con funciones de centros de información y control (CRC), de los cuales tres actuaban además como centros de operaciones de sector (SOC), se evolucionó a principios de la década de los 70, mediante el programa Combat Grande I, a un Sistema Semiautomático de Defensa Aérea (SADA), basado en la instalación de extractores de datos en los radares de vigilancia y altura para el envío de la información proporcionada por estos a un único Centro de Operaciones de Combate y Centro de Operaciones de Sector (COC/SOC) situado en la base aérea de Torrejón.



Sala de operaciones del ARS Torrejón (GRUCEMAC)

El programa Combat Grande II, desarrollado a finales de los años 70, proporcionó al Sada una mejor cobertura radar con nuevos asentamientos en el noroeste de España, modernizó los radares de vigilancia y altura a los nuevos modelos AN/FPS-113 y AN/FPS-90, extendió la red de microondas y conectó al Sada con el sistema de defensa aérea francés (STRIDA) así como con el Sistema de Control de Tránsito Aéreo Civil.



Radar táctico desplegable LANZA LTR25

Finalizado el proceso de semi-automatización, los escuadrones de alerta y control pasaron a denominarse escuadrones de vigilancia aérea (EVA), aunque todavía mantenían cierta capacidad de control en las consolas instaladas en sus salas de proceso de datos, desde las que también se actuaba sobre las limitadas capacidades de contramedidas electrónicas de los radares.

En la década de los 80 el programa Alercan extendió el sistema Sada de la península a las islas Canarias, a la vez que se daban pasos cruciales para impulsar la independencia tecnológica en el área de mando y control aéreo mediante el programa LANZA, cuyo resultado fue el desarrollo del radar tridimensional[1] LANZA 3D que dota actualmente a la mayoría de los EVA.

A finales de la década de los 80, el sistema de Defensa Aérea inicia un nuevo proceso de modernización a través del programa SIMCA (Sistema de Mando y Control Aéreo), adoptando los requisitos y doctrina de empleo de la OTAN como consecuencia de la participación española en el ACCS (Air Command and Control System), el ambicioso programa de Mando y Control Aéreo de la Alianza.

El programa SIMCA trajo consigo la creación de tres nuevos escuadrones de vigilancia aérea y la remodelación de los diez existentes hasta entonces, la adquisición e integración de los radares LANZA 3D, el desarrollo e integración de un nuevo *software* operativo de procesamiento automatizado de datos (ADP) para la realización de las funciones de los ARS[2], la adquisición de sistemas de comunicaciones de voz IP, el control remoto desde los ARS de los equipos de comunicaciones emplazados en los EVAs y la integración de los enlaces de datos tácticos Link 11A, Link 11B y Link 16. Así mismo, y durante los últimos años, se ha potenciado el componente desplegable del sistema con el desarrollo de un centro de operaciones aéreas desplegable (AOC-D) y de un ARS desplegable (ARS-D), cuyas capacidades se verán incrementadas con la próxima entrada en servicio del radar táctico desplegable LANZA LTR-25 que sustituirá al veterano AN/TPS-43M que dota actualmente al Grupo Móvil de Control Aéreo (GRUMOCA).

Este esfuerzo continuado de modernización del sistema se encuentra actualmente en un nuevo momento determinante, derivado de la rápida evolución que ha experimentado la tecnología en las últimas décadas, lo que ha generado importantes obsolescencias en los actuales sistemas, a la vez que el entorno operativo ha adquirido una creciente complejidad con la aparición de nuevas amenazas y desafíos.

En este sentido, se encuentran en marcha diversos programas de modernización que afectarán a los Grupos de Mando y Control, a los radares que dotan actualmente a los EVA y al GRUMOCA y a la red de transporte que integra y comunica, tanto interna como externamente, todos los elementos del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, adaptándola a los estándares impuestos por la Infraestructura Integral de Información para la Defensa (I3D).

Estos programas, sobre los cuales se realiza a continuación una descripción de los aspectos más destacables, deberán asegurar la continuidad del Sistema de

Vigilancia y Control Aeroespacial durante los próximos 15 años, si bien no debemos presuponer que estas evoluciones satisfarán todas las necesidades durante este periodo, sino que, como nos indica la experiencia adquirida, el Sistema deberá seguir manteniendo su característica capacidad de adaptación al entorno en el que opera.

MODERNIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE MANDO Y CONTROL: GRUCEMAC, GRUNOMAC Y GRUALERCON

Los ARS GRUCEMAC (B.A. Torrejón), GRUNOMAC (B.A. Zaragoza) y GRUALERCON (B.A. Gando – Gran Canaria) presentan actualmente problemas de sostenimiento y obsolescencia que si bien no ponen en riesgo su operatividad en el corto y medio plazo, son necesarios resolverlos para continuar asegurando el cumplimiento de la misión permanente del EA relativa a la vigilancia y control del espacio aéreo de soberanía y responsabilidad nacional, cumplir con los compromisos adquiridos con la OTAN en relación a la integración de estas unidades en el Sistema de Defensa Aérea y Anti-Misil de la Alianza (NATINAMDS) – por lo tanto en lo relativo a su contribución a la misión de Policía del Aire del espacio aéreo europeo - y contribuir así mismo a la seguridad del control del tránsito aéreo civil a través de la información aportada a ENAIRE[3] por el Sistema de Defensa Aérea.


Radar Alenia RAT 31 SL/T

Si bien el programa de modernización nacional contemplaba solo actuaciones sobre el GRUNOMAC y el GRUALERCON al tener el GRUCEMAC prevista su modernización vía la participación de España en el programa de replicación del ACCS, los recurrentes retrasos sufridos por este programa, que lleva desarrollándose desde la década de los 90, y la falta de confianza de algunos países en su viabilidad técnica y operativa, llevaron en diciembre de 2019 a la retirada de España de éste, por lo que la modernización del GRUCEMAC deberá acometerse con recursos nacionales una vez se haya completado la de los otros dos grupos.

Se espera que el programa sea abordado a lo largo del año 2022. Según el calendario establecido, el primer centro a modernizar será el GRUNOMAC, estimándose que alcanzará su capacidad operativa inicial (IOC) trascurridos 20 meses desde el comienzo del proceso, aunque éste no concluirá de manera completa hasta completados otros 16 meses más. Una vez el GRUNOMAC alcance su IOC se iniciará la modernización del GRUALERCON, con una duración total estimada de 18 meses.

Por otra parte ha sido necesario llevar a cabo una serie de actuaciones sobre los sistemas del GRUCEMAC para asegurar su operatividad al menos hasta finales de 2023. Estas actuaciones, que han sido abordadas con créditos de sostenimiento del Ejército de Aire, han supuesto una inversión de 1,84M€ y un importante esfuerzo de provisión por parte del MALOG, dado el desfavorable escenario económico y presupuestario en el que estas se han desarrollado.

La modernización de los grupos de mando y control no solo afecta a sus sistemas y herramientas operativas, sino también a equipamiento esencial para que todos sus componentes puedan funcionar de manera adecuada, como es el caso de los sistemas de climatización, de filtrado de aire o de alimentación eléctrica ininterrumpida. El coste de modernización del GRUNOMAC se estima en 27M€, el del GRUALERCON en 13,3M€ y el del GRUCEMAC en 15,1M€.

SUSTITUCIÓN RADARES ALENIA RAT-31 SL/T

De los trece escuadrones de vigilancia aérea con los que cuenta el Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, cuatro de ellos están dotados del radar ALENIA RAT-31 SL/T. Se trata de un radar de fabricación italiana que trabaja en un rango de frecuencias incompatible con una parte de la zona del espectro utilizada por la telefonía móvil 5G, por lo que deben ser sustituidos.

El 24 de noviembre de 2019, el Consejo de Ministros aprobó la ampliación del techo de gasto necesaria para financiar este programa, que con un coste de 120M€ se desarrollará durante cinco anualidades (2021-2025).

A lo largo del primer trimestre de 2021 está prevista la firma del contrato con la empresa adjudicataria para la provisión de cinco radares LANZA LRR (cuatro para sustituir los radares de los EVA dotados de ALENIA RAT 31 y una quinta unidad que será asignada al CLOTRA[4] para funciones de ingeniería de 4.º y 5.º escalón). Así mismo, además de la adquisición de kits de movilidad de los radares, consolas y equipos auxiliares, el programa contempla la obtención de un radar táctico desplegable LANZA LTR-25 que se utilizará para garantizar la cobertura radar actual durante el proceso de sustitución de cada uno de los radares.

El calendario de entrada en servicio de los nuevos radares contempla sustituir el material ALENIA RAT-31 en un plazo aproximado de dos años y medio a partir del primer trimestre de 2022.

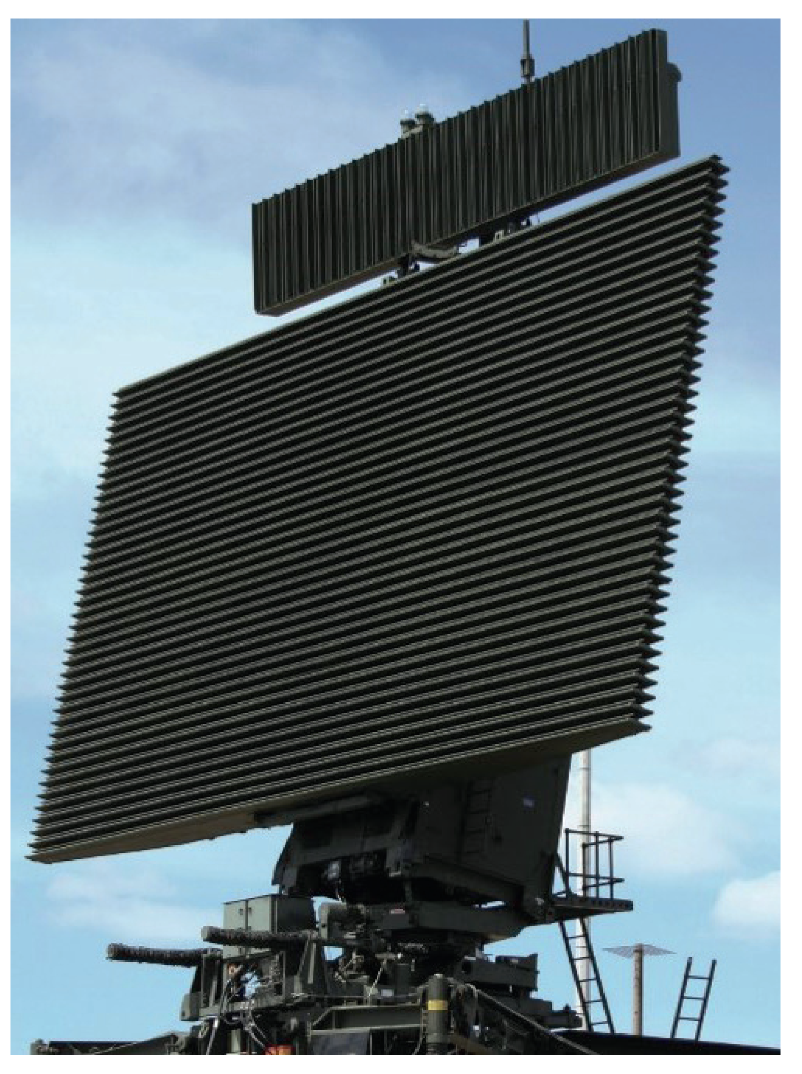
La sustitución de los radares ALENIA por los más modernos LANZA LRR traerá mejoras en las capacidades de contramedidas electrónicas, un mejor comportamiento ante fenómenos atmosféricos que afectan a la propagación de la señal, la integración de fábrica del IFF Modo 5/S y unas características logísticas más adecuadas frente a la dificultades del mantenimiento que presentan algunos elementos de los radares ALENIA –como es el caso del sistema de refrigeración de antena–, lo que supondrán una mejora significativa en las prestaciones generales del Sistema.

MODERNIZACIÓN RADARES LANZA 3D

A pesar de la alta tasa de disponibilidad de los radares LANZA 3D –producto de la elevada preparación del personal técnico, de la eficiencia del sistema logístico, de la capacidad orgánica de ingeniería de las unidades y del programa de evaluaciones técnicas implantado sobre los EVA–, estos radares presentan obsolescencias operativas derivadas de un diseño y una tecnología de más de tres décadas de antigüedad.

La modernización prevista para estos radares está orientada a mejorar sus capacidades operativas en áreas tales como el seguimiento de misiles balísticos, la detección de blancos de baja sección radar –drones y aeronaves stealth– y la mejora de sus contramedidas electrónicas, así como a realizar actuaciones sobre componentes de su diseño para hacer más eficiente su mantenimiento, como es el caso de los sistemas de refrigeración de antena y amplificadores de potencia o el sobrecalentamiento del cableado.

Los Requisitos de Estado Mayor del programa fueron aprobados por el JEMAD en junio de 2020 e incluyen la modernización de nueve radares emplazados en es-



Radar LANZA 3D

Dibujo: Santiago Alfonso Ibarreta Ruiz

cuadrones de vigilancia aérea mas una décima unidad existente en el CLOTRA, con un coste total estimado del programa de 145,4M€.

RADAR TÁCTICO DESPLEGABLE LANZA LTR-25

El radar táctico desplegable LANZA LTR-25 sustituirá al AN/TPS-43, sistema de armas que lleva en servicio en el GRUMOCA desde 1974, si bien en 1983 y en 2001 se recibieron respectivamente las versiones mejoradas E y M de este radar.

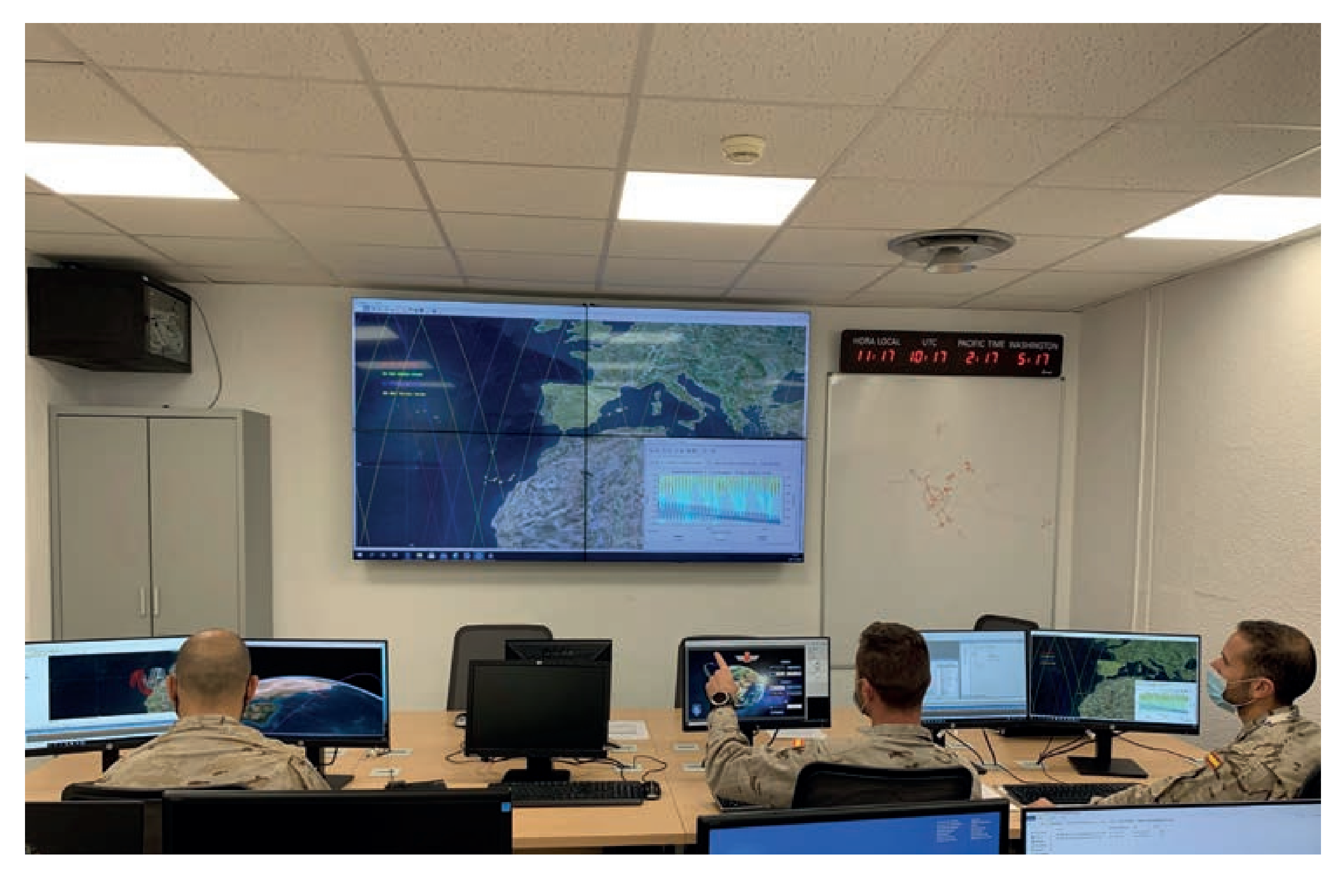
El radar LANZA LTR-25 pertenece a una nueva generación de radares tridimensionales móviles transportables de largo alcance, con capacidad de despliegue rápido en asentamientos no preparados. Su misión principal será la de actuar como *gap filler* en aquellas zonas que se determinen de la cobertura proporcionada por los radares fijos del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, así como proporcionar cobertura radar e integrarse en cualquier otro sistema de defensa aérea que se considere fuera de territorio nacional.

El nuevo radar puede ser parametrizado y controlado remotamente e incorpora capacidad de interrogación IFF en modos militares 4 y 5 y en modo civil S, así como capacidad de detección de misiles balísticos tácticos.

El contrato para el diseño, desarrollo y fabricación del radar fue firmado con la empresa INDRA en mayo de 2012, teniendo como fecha inicialmente prevista de entrega diciembre de 2015, pero diversas circunstancias derivadas del hecho de tratarse de un programa de investigación y desarrollo y el incidente sufrido por



Los radares y ARS del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, así como las plataformas aéreas, terrestres y navales requieren adaptaciones para hacer uso del IFF Modo 5/S



Sala de operaciones del Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial (COVE) (base aérea de Torrejón)

el prototipo en marzo de 2019 durante las pruebas a las que era sometido en el Centro de Evaluación y Análisis Radioeléctrico (CEAR), han provocado recurrentes retrasos en la entrega, esperándose que ésta pueda producirse en noviembre de 2021.

El programa tiene un coste de 14M€.

IMPLANTACIÓN IFF MODO 5/S

Se trata de un programa que se encuentra en fase de ejecución desde diciembre de 2019, fecha de la firma del contrato con la empresa adjudicataria INDRA. Su objeto es implantar la capacidad de interrogación en IFF Modo 5/S en los nueve radares LANZA 3D que van a ser modernizados[5], así como en la décima unidad de este modelo de radar que se encuentra en el CLOTRA.

El IFF Modo 5/S proporcionará capacidades de interrogación selectiva, un cifrado más robusto, mayor resistencia a la perturbación y permitirá asimismo, entre otras funciones, que la aeronave interrogada proporcione datos de su localización adquiridos por sistemas de posicionamiento global.

El programa, que tiene un coste de 16,6M€ en lo que respecta a la trasformación de los radares del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial y a la adaptación del sistema de procesamiento de datos de los ARS[6], contempla la transformación del primer radar en mayo de 2022 y del último radar en mayo de 2023.

ADAPTACIÓN A LA I3D

El Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial se caracteriza por disponer de una gran capacidad de integración de todos los elementos que forman parte, proporcionan o intercambian información con el Sistema de Defensa Aérea (estructuras C2, ARS, radares de vigilancia aérea de los EVA, escuadrillas de control aéreo operativo, equipos de comunicaciones T/A/T, elementos desplegables del sistema, unidades de defensa de artillería antiaérea, unidades navales, radares del Sistema de Tránsito Aéreo Civil, sistemas de información aeronáutica y de planes de vuelo, sistemas de defensa aérea colaterales, etc.). Para lograr interconectar todos estos elementos se dispone de una red de transporte soportada por el Sistema de Telecomunicaciones Militares (STM) basada en más de 1000 circuitos permanentes y temporales que se asignan según necesidades y prioridades establecidas.

Como consecuencia de la adaptación a los estándares impuestos por la Infraestructura Integrada de Información para la Defensa (I3D) esta red de circuitos pasará a trans-

formarse en una red conmutada de paquetes[7], siendo necesario adaptar en algunos casos, y cambiar en otros, la actual tecnología de comunicaciones, transformación que supondrá realizar inversiones en medios para acceso a las redes IP, así como para la sustitución o modernización de equipos que no puedan ser adaptados a este tipo de redes y requieran tecnología IP nativa.

La I3D supone un salto tecnológico y conceptual que en cualquier caso deberá garantizar la calidad de servicio apropiada para asegurar la disponibilidad operativa, atender a los requisitos de tiempo real del Sistema, a su resiliencia y a la protección ante el mayor riesgo cibernético asociado a este tipo de redes.

Los requisitos de Estado Mayor para la adaptación del SVICA a la I3D fueron validados por JEMAD en junio de 2020, estimándose un coste para el programa de 32,25M€.

IMPLANTACIÓN DE LA CAPACIDAD DE VIGILANCIA ESPACIAL

Por su carácter de infraestructuras críticas, la protección de los activos en órbita resulta esencial para el desarrollo de las operaciones militares, constituyendo estos un objetivo de alto valor para un potencial adversario en caso de crisis o conflicto. Por otra parte, la actividad espacial se encuentra asimismo afectada por riesgos de carácter no intencionado, como las colisiones con fragmentos de basura espacial, el impacto con cuerpos estelares o los fenómenos de meteorología espacial. Todo ello ha generado la necesidad de desarrollar sistemas de vigilancia, seguimiento y control de la situación espacial, especialmente en las órbitas más concurridas.

Derivado de lo contemplado en la Directiva 6/18 del JEMA para la Implantación de la Capacidad de Vigilancia Espacial en el EA, en octubre de 2019 se creó el Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial (COVE), dependiente del Mando Aéreo de Combate a través de la Jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial.

El COVE aporta la dimensión militar al Sistema Nacional de Vigilancia y Seguimiento Espacial (S3T[8]), adicionalmente constituido por un Centro de Operaciones de Vigilancia y Seguimiento Espacial (S3TOC[9]) de carácter civil y una red nacional de sensores, entre los que destaca el radar de vigilancia espacial S3TSR ubicado en la base aérea de Morón y que en diciembre de 2020 fue transferido por el CDTI[10] al EA.

Inicialmente el COVE tendrá como misión la vigilancia del espacio ultraterrestre, con el fin de alcanzar el adecuado conocimiento de la situación espacial (SSA[11]) que le permita poder evaluar los riesgos derivados de las potenciales amenazas y su impacto sobre las capacidades es-



Radar de vigilancia espacial S3TSR (base aérea de Morón)



El Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial tiene una gran capacidad de integración de sensores y elementos mediante el uso de una red de transporte que requiere adaptarse a los estándares establecidos por la I3D

paciales propias y las operaciones militares desarrolladas por nuestras Fuerzas Armadas.

Actualmente la unidad se encuentra en proceso de desarrollo de su plan de implantación, teniendo previsto alcanzar su capacidad operativa inicial (IOC) en junio de 2021 y la capacidad operativa final (FOC) en junio de 2023.

Este conjunto de programas descritos suponen el necesario impulso que sentará las bases para nuevas adaptaciones y evoluciones que deberán dar respuesta a los importantes retos tecnológicos y operativos derivados del Entorno Operativo 2035, retos que determinarán una nueva concepción de la función de Mando y Control que deberá extenderse más allá del espacio aéreo para englobar también al espacio ultraterrestre.

Visto con perspectiva histórica, se trata de una etapa más de un recorrido exitoso –que dio comienzo en la década de los 50 del siglo pasado–, y al que ha contribuido el conjunto del Ejército del Aire.. ■

NOTAS

[1]Un radar tridimensional proporciona mediante un solo equipo (una sola antena) información de azimut y elevación del blanco. Hasta la incorporación del radar LANZA 3D en los EVAs, éstos disponían de dos radares: el AN/FPS-113, para obtener información de azimut, y el AN/FPS-90 para proporcionar información de altura.

[2]En terminología OTAN el ARS es el elemento de la estructura de Mando y Control Aéreo donde se realizan las funciones de fusión de la información procedente de los distintos sensores (principalmente radares de vigilancia aérea), se genera la RAP (Recognized Air Picture o representación consolidada de la situación aérea con todas las aeronaves que transitan el espacio aéreo, identificadas y clasificadas según su naturaleza), se distribuye ésta a los diferentes escalones de la estructura de Mando y Control y se lleva a cabo el control táctico de los medios aéreos asignados. El término ARS es un acrónimo que hace referencia a (A) Air Control Center, (R) RAP Production Center and (S) Sensor Fussion Post.

[3]Organismo estatal proveedor de servicios civiles de navegación aérea y de información aeronáutica.

[4]CLOTRA: Centro Logístico de Transmisiones (ACAR Getafe).

[5]Los radares LANZA LRR, que sustituirán a los radares ALENIA RAT-31 SL/T desplegados en cuatro escuadrones de vigilancia aérea y a una quinta unidad ALENIA existente en el CLOTRA, ya incorporan capacidad IFF Modo 5/S.

[6]El programa de implantación del IFF modo 5/S afecta también –además de a los radares y ARS del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial–, a las plataformas aéreas, navales y terrestres, con un coste global de 176,6M€ en cinco anualidades (2019-2023).

[7]En una red de conmutación de circuitos se reserva el recurso extremo a extremo para la comunicación, desaprovechándose el canal establecido mientras no exista transferencia de datos. En una red de conmutación de paquetes la información se fragmenta en unidades denominadas paquetes, enviándose éstos independientemente por una red compartida por diversas comunicaciones y reordenándose en destino.

[8]S3T: Spanish Space Surveillance and Tracking.

[9]S3TOC: Spanish Space Surveillance and Tracking Operations center.

[10]CDTI: Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (organismo del Ministerio de Ciencia e Innovación).

[11]SSA: Space Situational Awareness.

Alta disponibilidad: sus claves

Eliseo Pérez Gómez
Emilio Gragera de Torres
Coroneles del Ejército del Aire
Manuel Córcoles Gavilán
Teniente coronel del Ejército del Aire

El Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (SVICA) está constituido por una jefatura y 23 unidades, englobando cerca de 1700 efectivos. Su razón de ser es proporcionar el conocimiento de la situación del espacio aéreo de soberanía, responsabilidad e interés nacional para permitir que el comandante aéreo pueda tomar las decisiones necesarias sobre el empleo de los medios aéreos encargados de ejecutar las misiones de policía y, en su caso, de defensa aérea. Y todo ello tanto en tiempo de paz, crisis o conflicto.

Un factor clave a considerar es que, debido a la inmediatez de las acciones que tienen lugar en el espacio aéreo y a las características propias del poder aéreo espacial, los sistemas de defensa aérea deben garantizar un funcionamiento permanente las 24 horas del día los 365 días al año, vigilando y controlando ininterrumpidamente el espacio aéreo en su área de responsabilidad.

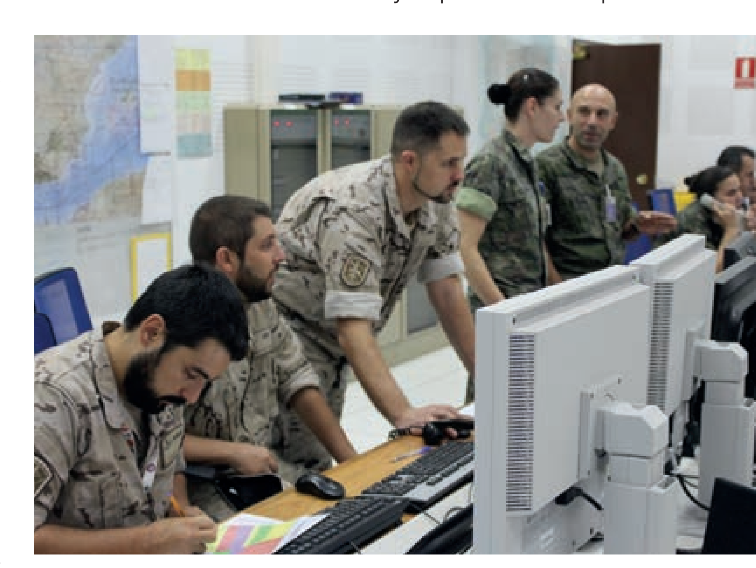
De la misión permanente asignada al Ejército del Aire en relación con la vigilancia y control del espacio aéreo se derivan los siguientes principios fundamentales del SVICA y de sus unidades:

– Vigilancia permanente H24 del espacio aéreo de soberanía, responsabilidad e interés nacional. En los 13 escuadrones de vigilancia aérea (EVA) se sitúan los radares y los equipos de comunicaciones tierra/aire/tierra (T/A/T) y de enlace de datos tácticos (Tactical data Link – TLD).

– Generación de la Recognized Air Picture (RAP), que proporciona el conocimiento de la situación aérea. Los ARS[1] reciben, procesan y presentan la información de datos radar proveniente de los radares de los EVA y de diferentes sensores que pueden encontrarse integrados en el sistema, como unidades de defensa de artillería antiaérea (UDAAA) o unidades navales. Una vez procesados, a los datos radar se les asigna una «traza» y se identifican utilizando todos los medios disponibles (IFF, planes de vuelo, ATO, coordinación con agencias colaterales civiles y militares, TDL, etc). El conjunto de todas las trazas identificadas en el área de responsabilidad (AOR) asignada es lo que constituye la RAP, que se transmite al escalón superior del ARS, en este caso al Centro de Operaciones Aéreas (AOC) del MACOM y al CAOC TJ, y es a su vez compartida a través de los distintos TDL con todas las unidades que puedan estar integradas: plataformas aéreas, buques o unidades de artillería anti-aérea (GBAD/SBAD[2]). El intercambio de trazas vía enlace de datos tácticos también es permanente con Francia y Portugal.

– Control táctico de los medios aéreos y sistemas GBAD/SBAD asignados. Los ARS proporcionan control táctico a las aeronaves que ejecutan tanto misiones de entrenamiento como reales (misiones de Scramble de Policía del Aire con medios de alerta QRA[3]) y a los sistemas de armas asignados. De hecho, en los grupos de mando y control existen destacamentos de personal del mando de artillería anti-aérea del Ejército de Tierra que ocupan la posición de SAM Allocator en la sala de operaciones de los ARS, desde la que se efectúa la imprescindible coordinación entre medios aéreos y los sistemas GBAD.

Los tres ARS fijos del SVICA son también conocidos por sus respectivos indicativos radio: PEGASO para el caso del GRUCEMAC, POLAR para el GRUNOMAC y PAPAYO para el GRUALERCON. La resiliencia y capacidad de supervi-



Sala de Operaciones de Pegaso durante el Ejercicio Sirio 20

vencia son fundamentales para garantizar la continuidad de la misión de defensa aérea y por ello siempre hay un centro que actúa como principal y otro como reserva.

La capacidad desplegable inherente al carácter expedicionario del EA la aporta el Grupo Móvil de Control Aéreo (GRUMOCA), que opera los medios desplegables para establecer una capacidad de vigilancia y control aéreo completa (radares, un ARS y un AOC desplegables con los medios CIS necesarios) donde sea requerida.

Los medios militares comparten un espacio aéreo cada vez más congestionado con los usuarios civiles. El Grupo de Circulación Aérea Operativa (GRUCAO) y las escuadrillas de Circulación Aérea Operativa (ECAO) de Madrid, Sevilla, Barcelona y Las Palmas son los elementos del SVICA que tienen por función proporcionar control de tránsito aéreo a las aeronaves militares fuera de



Fachada principal del edificio del GRUALERCON

El radar Lanza del EVA 1

las áreas reservadas y ejercer como medio de enlace y coordinación a nivel táctico entre los ARS y las agencias de control civil.

El funcionamiento del SVICA se articula a través de dos cadenas de mando diferentes, una orgánica y otra operativa. Las unidades situadas en la península y Baleares, un total de 19[4], dependen orgánicamente de la JSVICA que es responsable, no obstante, de las 23 unidades del sistema a los efectos de configuración técnica, adiestramiento y evaluación. Por otro lado, dentro de la cadena de mando operativa, para la conducción de la misión y operaciones aéreas, las unidades tienen una doble dependencia: nacional y OTAN. Los ARS y EVA del SVICA están transferidos a la OTAN en el marco del sistema NATINAMDS[5] y dependen del CAOC TJ para la misión de policía del aire en aquellos ámbitos que son competencia de la Alianza. A efectos de adiestramiento, las unidades del SVICA dependen del general jefe del MACOM, quien a su vez ejerce como comandante del Mando de Operaciones Aeroespaciales (MOA) en aquellos tipos de operaciones de carácter nacional (casos RENEGADE[6], colaboración en la lucha contra tráficos ilícitos, etc).

En el día a día de la misión permanente, la faceta más conocida de las funciones que realizan las unidades del SVICA, en especial los ARS, es apoyar el entrenamiento diario de las unidades aéreas, así como las misiones de Policía del Aire o QRA. En 2020 el número de misiones controladas desde los ARS del SVICA fue de 1666 de entrenamiento y 239 de QRA.

Menos conocido es el gran volumen de actividad relacionada con otros aspectos de la misión permanente que se desarrollan simultáneamente con el entrenamiento de las unidades aéreas:



Vista aérea del EVA 21 en la isla de Gran Canaria

– Vigilancia, generación y distribución de la RAP. Esta función engloba la configuración operativa de los radares de los EVA, la iniciación e identificación de trazas, la gestión de los TDL, etc. La media diaria de trazas iniciadas e identificadas, actuando como centro principal de defensa aérea (CPDA) es de 16000, lo que da una idea del esfuerzo que supone esta función.

– Control y supervisión de autorizaciones diplomáticas de aeronaves de estado. Los ARS son responsables de verificar que todas las aeronaves que entran en espacio aéreo de soberanía que requieren autorización diplomática la tienen y que además su vuelo se ajusta a lo autorizado.

– Colaboraciones con otros organismos como las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado (FCSE) o Vigilancia Aduanera. En concreto en 2020, se contabilizaron un total de 37 colaboraciones con la GC.

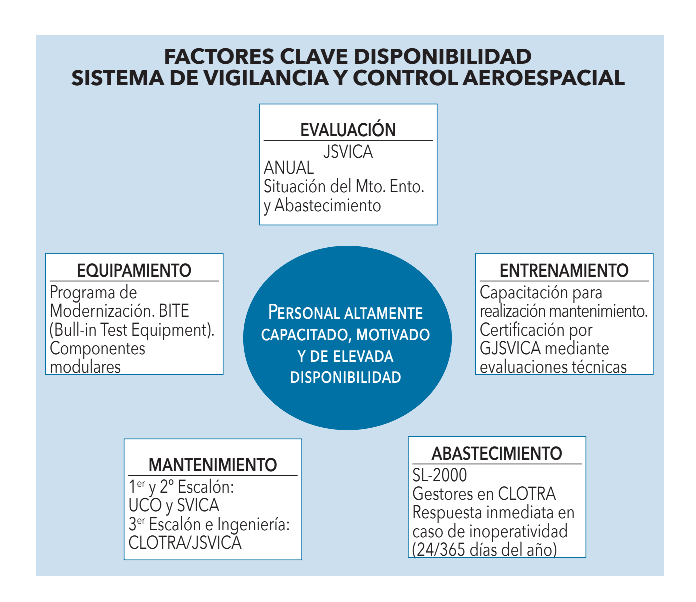
En el SVICA el componente tecnológico y técnico es crítico y evoluciona a gran velocidad. Las unidades del SVICA destacan por su capacidad para recibir, integrar, fusionar y, finalmente, distribuir una gran cantidad de información proveniente de muy distintas fuentes, y hacerlo H24 con muy elevadas ratios de disponibilidad, lo que supone un desafío técnico y logístico de gran calado que impone un alto nivel de exigencia a todo el personal técnico, operativo y de los sistemas de apoyo y auxiliares.

Y ahora también en el espacio ultraterrestre. Este se ha convertido ya en un nuevo ámbito de operación con gran influencia en las operaciones militares. En las FAS, el EA lidera la vigilancia y seguimiento espacial (SST) que es la más reciente incorporación a las funciones del SVICA. Así, en octubre de 2019 se creó como unidad independiente el Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial (COVE) desde el que se desarrolla las funciones SST de carácter militar en España.



Sala de comunicaciones operativas del GRUCEMAC

La operación y desarrollo de la exigente misión del SVICA, así como su alta disponibilidad no serían posibles sin los valores y la dedicación de su personal, junto al elevado grado de especialización del mismo, tanto en el ámbito operativo como en el técnico, el cual se consigue mediante un permanente plan de instrucción y adiestramiento que es puesto a prueba de forma periódica mediante un riguroso sistema de evaluaciones. No hay que olvidar tampoco la alta eficiencia de su sistema de sostenimiento, basado en la respuesta inmediata H24 ante cualquier necesidad de abastecimiento, y en un modelo de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, que establece un 1.° y 2.° escalón en las UCO y un 3.° y 4.° escalón en el CLOTRA[7], donde se cuenta con apoyo de ingeniería de alta especialización, complementado y garantizado en el tiempo a través de un contrato de asistencia técnica. Es asimismo importante destacar la capacidad orgánica de ingeniería, tanto de las propias unidades del Sistema como de la JSVICA, lo cual ha permitido establecer un riguroso sistema de control de calidad del mantenimiento y llevar a cabo con medios propios las evoluciones requeridas por los diversos componentes funcionales de los ARS.



EL PERSONAL, EL PRINCIPAL VALOR DEL SVICA

En el Ejército del Aire del siglo XXI, con sistemas de armas cada vez más complejos y en un ambiente tan cambiante y demandante, tanto en lo operativo como en lo tecnológico, el capital humano, lejos de perder protagonismo, cobra aun mayor importancia.

En este sentido, el actual no es ajeno a esta constante evolución técnica y operativa, especialmente si se tiene en cuenta la importante responsabilidad que tiene asignada. Los avances en sistemas de comunicaciones e información (CIS), la guerra electrónica, la ciberseguridad, los avanzados sensores radar, los datos compartidos en tiempo real y, en definitiva, cualquier avance tecnológico, demandan, sin lugar a duda, personal con una excelente preparación que le permita adaptarse y sacar provecho de todos estos progresos.

La exigente misión permanente de vigilancia y control del espacio aéreo de soberanía nacional asignada al Ejército del Aire, así como el cumplimiento de los acuerdos con las organizaciones y países aliados, demandan unos recursos de personal con elevada cualificación profesional y alta disponibilidad. Profesionales capaces de analizar, comprender y tomar decisiones en tiempo real, operando y manteniendo una compleja y extensa red de sistemas que deben estar operativos las 24 horas del día, todos los días del año.

Cualidades profesionales que han de venir indiscutiblemente acompañadas de los valores militares transmitidos a lo largo de la historia del Ejército del Aire en sus academias, escuelas y centros de formación, aunando una moderna formación con el compromiso, la disciplina y la vocación de servicio.

En esta importante labor, la Escuela de Técnicas de Mando, Control y Telecomunicaciones (EMACOT), cuyo 75 aniversario se cumple este año, desarrolla un papel fundamental, dotando al SVICA, curso tras curso, de oficiales, suboficiales y personal de tropa con una excelente preparación, tanto en conocimientos técnicos como en valores, elementos imprescindibles para enfrentarse con garantías al reto de los exigentes planes de instrucción y adiestramiento que les espera en su nuevo destino.

ADIESTRAMIENTO Y EVALUACIONES: EL ENGRASE DE LA MAQUINARIA

El actual SVICA es heredero del Sistema de Control Aéreo que la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USAF) ayudó a implementar en España en la década de los cincuenta. Fruto de esa colaboración y de la acentuada especialización de un joven Ejército del Aire, el actual SVICA alentó desde el primer momento la cualificación de su personal como base para el desarrollo de la importante misión encomendada en el periodo de Guerra Fría.

Este alto grado de especialización requerido para operar el SVICA obedece a numerosos factores, entre los que destaca la complejidad y sofisticación tecnológica de su equipamiento en un mundo en constante cambio y evolución. En este contexto, siempre ha sido un requerimiento del sistema una alta cualificación de su personal que se ha alcanzado gracias al desarrolló de unos exigentes planes de adiestramiento supervisados a través de un no menos demandante sistema de gestión de calidad, tan de moda hoy en día, al que llamó evaluaciones. Estas evaluaciones, tan comunes hoy día en otras actividades del EA, se llevan a cabo de manera periódica desde los inicios del sistema.



Sala de operaciones de Papayo durante el Ejercicio Ocean Sky 20

Los planes de adiestramiento del SVICA son un conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que todo el personal de sus UCO, bien sean operadores o técnicos especialistas, deberá adquirir en un plazo determinado para operar y mantener de manera solvente los equipos en su labor diaria.

Estos planes de adiestramiento, aprobados por la JSVICA y GJMACOM e implementados por las diferentes unidades del SVICA, son reflejo de la normativa nacional y OTAN, en línea con las dos cadenas de mando operativo de las que depende el sistema. La JSVICA es la encargada de velar para que esos planes de adiestramiento se adapten rigurosamente a la normativa citada anteriormente y se apliquen de la misma manera en todas sus UCO. Ello permite la completa interoperabilidad entre las unidades que comparten el mismo rol y el mismo equipamiento, de tal forma que el personal, en caso de necesidad (modernización, reforzamiento de servicios por ejercicios, etc.), es perfectamente intercambiable entre esas unidades, estando en disposición de cumplir sus cometidos casi desde el momento de su despliegue o reubicación. Todo esto se traduce en un alto grado de disponibilidad y operatividad del sistema.

La evolución de las amenazas (UAS, misiles balísticos (BMD), técnicas stealth, vuelos suborbitales, etc) obligan a una continua adaptación de los planes de adiestramiento a un entorno operativo en permanente cambio, para adecuarlos al rápido desarrollo e innovación tecnológicos y a las nuevas tendencias doctrinales. Por este motivo, la actualización de conocimientos por parte del personal a través del adiestramiento es un proceso continuo.

Asimismo, como ya se ha mencionado, las unidades del SVICA realizan constantemente operaciones reales en el marco de la misión permanente de vigilancia y control del espacio aéreo, que contribuyen al adiestramiento continuado de su personal, lo que exige una elevada preparación y disponibilidad.

Por todo esto, los planes de adiestramiento del SVICA están dirigidos a dotar a todo el personal, en sus diferentes puestos, de un alto grado de capacitación profesional.

Las evaluaciones son el mecanismo que permite tener engrasado todo el sistema a través de la verificación de



la correcta aplicación de los planes de adiestramiento y la comprobación de que todo el personal está capacitado para el cumplimiento de sus funciones. Las evaluaciones son también el medio por el que el equipo evaluador, constituido por el personal con mayor experiencia en cada área funcional, transmite aspectos específicos de su área de conocimiento y aconseja al personal técnico y operativo en determinadas actuaciones.

Como ejemplo del exigente proceso de preparación que requiere el personal del SVICA, podemos señalar que un oficial recién llegado a un ARS ha de superar un riguroso plan de instrucción y acreditar la realización de numerosas y diferentes tipos de misiones hasta alcanzar la aptitud de CR (Combat Ready), lo cual le llevará aproximadamente unos tres años. Una vez alcanzado este nivel, estará en condiciones de seguir progresando y de llegar a ser FA (Fighter Allocator) o MC (Master Controller) como máximas capacitaciones. De manera análoga, el personal de la escala de suboficiales y de tropa, a través de sus planes de instrucción y adiestramientos específicos, y la ampliación de conocimientos que posibilitan los diferentes cursos de perfeccionamiento del ámbito del Mando y Control y CIS, van alcanzando de manera gradual mayores niveles de capacitación.

El programa de evaluaciones, desarrolladas tanto en el ámbito teórico como práctico, garantiza que las unidades de la JSVICA y todo el personal bajo su dependencia cumplen de manera eficaz con su misión de acuerdo a técnicas, tácticas y procedimientos comunes, estandarizados tanto a nivel nacional como en el ámbito de la OTAN.

En conclusión, el éxito en el cumplimiento de la misión encomendada al SVICA reside en la herencia recibida, que ha permitido crear a lo largo de cada etapa los sólidos fundamentos desde los que evolucionar y adaptarse a nuevas realidades, y en la alta cualificación profesional, dedicación y compromiso de las personas que forman y han formado parte del mismo. Cualidades que son fruto del sistema de enseñanza, del adiestramiento e instrucción recibida en las unidades y de la experiencia acumulada a través de los años de trabajo en equipo, pero también del esfuerzo individual y de la profesionalidad de cada uno de sus componentes por mejorar cada día. ■

NOTAS

[1] Acrónimo compuesto a su vez de ACC Air Control Center, RPC RAP Production Center y SFP Sensor Fusion Post.
[2] Ground Based Air Defense / Surface Based Air Defense.
[3] Quick Reaction Alert.
[4] Las cuatro unidades existentes en Canarias (GRUALERCON, ECAO Las Palmas y EVA 21 y 22) dependen orgánicamente del MACAN.
[5] NATO Integrated Air and Missile Defense System.
[6] Respuesta militar contra agresiones que se realicen utilizando aeronaves con fines terroristas que pongan en peligro la vida de la población y sus intereses.
[7] Centro Logístico de Transmisiones.



Vista del edificio principal y radomo del EVA 11

Mantenimiento eficaz, sostenimiento de calidad

José Luis Álvarez Sánchez
Teniente coronel del Ejército del Aire



Escuadrón de Vigilancia Aérea nº 3 (EVA 3)

Para llevar a cabo su misión, el Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (SVICA), a nivel de sus unidades, cuenta con un plan de mantenimiento de todo el entramado de sistemas y equipos que lo compone. El objetivo principal de ese plan es cumplir, de la manera más exacta, los procedimientos establecidos, para que todo el personal que tenga que ordenar acciones de mantenimiento lo haga de la forma correcta.

Según se realice este mantenimiento, el sostenimiento del Sistema se puede llevar a cabo con mejor o peor calidad y, por tanto, la necesidad de su sustitución o modernización se puede prolongar más o menos en el tiempo.

Aun así, esa necesidad puede venir derivada de otras circunstancias ajenas a la calidad del mantenimiento, como la obsolescencia de equipos y *software*, la falta de soporte del fabricante, etc.

Antes de describir las funciones de mantenimiento en las unidades del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, y quién las realiza, es necesario definir una serie de conceptos asociados, ya que la responsabilidad del mantenimiento en el Ejército del Aire se divide en niveles o escalones en función de la cualificación del personal, necesaria para su desarrollo, la complejidad de las tareas y de los equipos de apoyo asignados.

Para cada sistema, conjunto, elemento, etc., el Mando de Apoyo Logístico establece unos niveles de mantenimiento que se definen a continuación, estableciéndose unas directrices que el Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial deberá cumplir para los equipos y sistemas de armas ubicados en sus unidades.

Cuando deba realizarse el mantenimiento de equipos por organismos externos al SVICA o al Ejército del Aire, las responsabilidades de mantenimiento se fijarán mediante acuerdos o convenios.

PROTAGONISTAS PRINCIPALES DEL MANTENIMIENTO EN LAS UNIDADES DEL SISTEMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AEROESPACIAL.

Para comenzar, es importante conocer el mantenimiento en primer escalón, que es el que comprende todas aquellas acciones que, de una forma permanente y continua, se realizan durante las 24 horas del día, por el personal técnico de la unidad, para mantener el Sistema de Vigilancia y Control aeroespacial operativo.

Este mantenimiento aborda tareas tales como comprobaciones, limpieza, pruebas funcionales, modificaciones menores, cambio de configuración, diagnóstico de fallos, reparaciones menores y aquellos imprevistos que no requieran la intervención del segundo escalón.

La ejecución correcta y minuciosa de este tipo de mantenimiento es esencial para garantizar la operatividad y fiabilidad de los sistemas durante su ciclo de vida, minimizando la necesidad de recurrir a los escalones superiores.

Pero, cuando las dificultades aumentan, normalmente el personal de la unidad está capacitado, por su formación y experiencia, para acometer tareas de mantenimiento de mayor envergadura, lo que se denomina de nivel de segundo escalón.

Este tipo de mantenimiento completa la acción del primer escalón en las comprobaciones más complejas: incluye ajustes, localización de averías y su reparación y, en general, el mantenimiento imprevisto que requiera personal altamente cualificado.

A pesar de la preparación del personal técnico de las unidades, puede llegar un momento en que este personal no pueda restituir a operación normal un equipo o sistema averiado, con sus propios medios o conocimientos, o realizar alguna tarea de mantenimiento en los equipos de ADP (siglas en inglés del *software* del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, Automatic Data Processing), radar, comunicaciones y electrónica, planta de energía y aire acondicionado, que están bajo su responsabilidad. es en este momento cuando se requiere la ayuda técnica o mantenimiento de tercer escalón de un organismo externo a la unidad.

El tercer escalón, también denominado depósito o almacén, lleva a cabo las tareas de mantenimiento de mayor complejidad a nivel orgánico, requiriendo un nivel de conocimiento y recursos elevado. Se encarga fundamentalmente de las tareas de reparación de las unidades averiadas en las unidades operativas o LRU (Line Replaceable Unit), hasta nivel de SRU (Shop Replaceable Unit) y/o componente, en función de la información técnica disponible, así como de llevar a cabo las intervenciones técnicas sobre el equipo o sistema cuando la avería excede de los recursos, conocimientos o medios de los que disponen los escalones primero y segundo.

Además de estas actividades, el tercer escalón se encarga de la ingeniería del sistema con todo lo que esto conlleva (control de configuración, documentación, estudios especiales, etc.), así como la logística asociada (adquisiciones, almacén central y distribución de mercancía), junto con el enlace con la industria fabricante de los sistemas.

El personal que realiza el mantenimiento de este nivel posee una combinación de altas habilidades y recursos, entre ellos el TDP (Technical Data Package) completo. Las tareas típicas incluyen ajustes complicados, reparaciones complejas de equipos, modificaciones, revisión y reconstrucción, calibración detallada, reparación de LRU, SRU y piezas, servicios de diseño posterior o PDS (Post Design Service) e investigaciones *in situ*. El personal de HL4 utilizará medios ATE (Automatic Test Equipment), equipos industriales especiales, equipos de calibración, *software* de soporte y el paquete completo de datos técnicos.

Quedaría adicionalmente un cuarto escalón, la industria, entendiendo ésta como la organización que diseñó y fabricó originalmente el sistema (OEM, Original Equipment Manufacturer). Dentro de sus actividades están aquellas reparaciones que por falta de información o por



Cuadros eléctricos de la sala de control grupos



Visita de la ministra de Defensa al Grupo de Alerta y Control (GRUALERCON) el 28 de octubre de 2019

una cuestión de coste-beneficio conviene no llevarla a cabo de forma orgánica. Este escalón, igualmente, se encarga de proveer ciertos servicios de diseño posterior o PDS (Post Design Service), así como de las modificaciones denominadas «mayores» y las del sistema de mitad de ciclo de vida o MLU (Mid Life Update).

Para el Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, el correcto mantenimiento asegura el sostenimiento de las operaciones y garantiza la disponibilidad del Sistema de Armas durante 24 horas, los 365 días del año.

El personal especialista de cada área técnica de la unidad supervisa, durante las veinticuatro horas del día, atiende al mantenimiento preventivo y, en lo posible, a la localización de averías, la reparación y el ajuste de equipos, etc., utilizando para ello las órdenes técnicas, las *checklist* y los equipos de prueba y medida autorizados.

El mantenimiento de los equipos a nivel de área precisa de personal con la adecuada preparación técnica (niveles de capacitación) y debe ajustarse a lo dispuesto en los procedimientos operativos, a las especificaciones de las órdenes técnicas y demás documentación aplicable, para asegurar el máximo rendimiento del personal y del material.

Es responsabilidad de este personal asegurar que los equipos asignados funcionan adecuadamente y están configurados correctamente para su utilización eficaz.

El personal técnico comunica al jefe de material cuantas novedades y cambios de situaciones de importancia ocurran diariamente. Notifica al área técnica correspondiente el origen o fin de las anomalías detectadas y pone, inmediatamente, en conocimiento del personal técnico correspondiente, cuando se produzca una emergencia de mantenimiento.

Este personal coopera en el mantenimiento de segundo y tercer escalón y en la realización de cualquier trabajo ordenado por el jefe del área de logística de la unidad.

A nivel unidad, el Servicio de Control Técnico es el responsable de mantener informada a la Jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (JSVICA) en todo momento, del estado de disponibilidad de los equipos,



de las causas por las que un determinado equipo ha quedado fuera de servicio o con limitaciones, de las medidas en curso para solucionar las deficiencias y de la entrada en servicio de los mismos.

Dicha misión es fundamental para controlar la capacidad operativa de vigilancia y control aeroespacial del Mando Aéreo de Combate (MACOM).

Este servicio está compuesto por un centro de control técnico del sistema (STCC) y los centros delegados de control de mantenimiento (DMCC) del SVICA.

CENTRO DE CONTROL TÉCNICO DEL SISTEMA (STCC).

Este centro, ubicado en el ARS (Air Control Center (A), Production Center RAP (R), and Sensor Fussion Post (S)) del Grupo Central de Mando y Control (GRUCEMAC), el más cercano a la Jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, es el encargado de recopilar a través de los DMCC de los ARS, todas las novedades sobre el estado operativo de los radares, ADP, comunicaciones, plantas de energía y aire acondicionado, etc., las causas de deficiencias y las acciones emprendidas para restaurar su total operatividad, con el objetivo de informar al mando cuando sea requerido o se considere necesario y llevar a cabo una eficaz gestión de los recursos del sistema en todo momento.

Además, coordina con los DMCC de los ARS, la parada de equipos para la realización de los trabajos pertinentes.

CENTRO DE CONTROL DE MANTENIMIENTO DELEGADO (DMCC)

Este centro, ubicado en los ARS, debe conocer en todo momento el estado operativo de los equipos e instalaciones del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial en el Área de responsabilidad del ARS de su unidad, informando al STCC de cualquier novedad que disminuya la capacidad operativa del SVICA.

Además, solicita autorización al STCC para realizar trabajos en equipos e instalaciones que supongan variación en la operatividad del SVICA e informa al STCC de la necesidad de apoyo logístico o ayuda técnica de tercer escalón.

El DMCC del Centro de Vigilancia y Control Aeroespacial es el encargado de coordinar con el operador responsable del área de vigilancia de la sala de operaciones del ARS, la realización de todos los trabajos que el STCC requiera, de modo que afecten en el menor grado a la operatividad del SVICA.

TIPOS DE MANTENIMIENTO EN EL SISTEMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AEROESPACIAL

El mantenimiento preventivo, es el ejecutado por las áreas técnicas de las unidades del SVICA. Este mantenimiento está programado y su finalidad es reducir las incidencias potenciales y alcanzar la máxima disponibilidad de los equipos.

La Sección de Control de Configuración y Programación de la Jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (JSVICA) programa las fechas y horas de ejecución de los trabajos que se deban realizar en un equipo, a través del programa semanal de mantenimientos preventivos, que se anticipará a los diferentes ARS.

Esta programación se realiza de acuerdo a las necesidades operativas recogidas en la programación mensual del MACOM, asegurando a su vez la cobertura de los radares, en las zonas habituales del espacio aéreo, donde se realizan las misiones de entrenamiento con los aviones de combate.

Hay que recalcar la importancia que tiene efectuar las tareas de mantenimiento programadas para poder obtener un funcionamiento óptimo de los equipos, evitando averías o incidencias posteriores.

El mantenimiento imprevisto (o correctivo), es el no programado, consecuencia de una avería en los equipos y que afecta a la operatividad del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial.

La necesidad de realizarlo debe ponerse en conocimiento del STCC y esperar a su autorización para iniciar los trabajos oportunos.

El SL2000 es el sistema informático logístico del Ejército del Aire que se utiliza para realizar las solicitudes de material y equipos, así como para programar, ordenar y controlar la ejecución de una tarea de mantenimiento.

Por otra parte, en el SVICA, existe una aplicación para el control de averías y situaciones, que afecten a los equipos del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial.

Para realizar un control y un seguimiento efectivos de los trabajos de mantenimiento preventivo/correctivo, y de las incidencias que afecten a la operatividad del SVICA, se asignará un número de control.

La Sección de Información de Defensa Aérea de la JSVICA es la responsable del desarrollo de la aplicación, así como de su mantenimiento y actualización. Para su uso correcto, existen manuales técnicos y de usuario.

EL SOSTENIMIENTO

En cuanto al sostenimiento del SVICA, varios organismos externos a éste intervienen para que el Sistema siga funcionando, en coordinación con las áreas técnicas de las unidades.

Destaca entre todos ellos el acuerdo marco para el sostenimiento del SVICA con la industria fabricante de la mayor parte de los sistemas y equipos, por el cual apoya directamente al Centro Logístico de Transmisiones (CLOTRA), como centro mantenedor de tercer escalón, dando continuidad en el conocimiento y capacidad de soporte del mismo. A través de este acuerdo no solo se le dota de personal altamente cualificado al CLOTRA como nivel de mantenimiento 3 (Maintenance Level 3, ML3) de radares y comunicaciones, sino también a los ARS en el soporte *software* (SW) de ese nivel, junto con una herramienta de adquisición de material y de contratación de servicios, que permite las contrataciones urgentes y compras de repuestos y componentes para mantener la alta disponibilidad operativa que se requiere.

Las tareas de mantenimiento realizadas por los centros u organismos logísticos externos al sistema de vigilancia y control aeroespacial, se consideran tan esenciales como las de las áreas técnicas de las unidades.

PROGRAMAS DE MODERNIZACIÓN Y SUSTITUCIÓN EN CURSO

La eficiencia del trabajo del personal técnico de las unidades es fundamental para asegurar la sostenibilidad de los sistemas y, en su caso, prolongar la vida útil estimada de sus componentes. Aun así, llega un momento en que la obsolescencia de los elementos componentes (*hardware, software*, etc.) y la falta de repuestos obligan a renovar el Sistema.

Es por ello que, con antelación al final del ciclo de vida, el SVICA y el MALOG, atendiendo respectivamente a criterios de empleo operativo y de sostenibilidad, deben prever la necesidad de modernizar o sustituir los centros de vigilancia y control aeroespacial y/o los radares de vigilancia aérea.

Mientras tanto, el personal del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial continúa en su esfuerzo diario de mantener en plena operatividad el sistema actual, las 24 horas del día, los 365 días del año. ■

Area	Equipos	Centro externo	Tarea
Radar	Lanza S-763	Indra	Modernización radares y reparaciones ML4
	S3TSR	Indra	Mantenimiento ML3/4
	RAT-31 SL/T AN/TPS-43EM	CPI Varian	Reparaciones ML4 de tubos de potencia (TWT y TWYSTRONS)
Radio	Transceptores UHF/VHF series 4200 Y 4400	Rhode & Swartz	Reparaciones ML4 y suministro SRU
ADP	Equipamiento red y almacenamiento	HP	Mantenimiento y reparación
SCV (Sistema de Comunicaciones Virtual)	SDC-2000IP	Indra	Reparaciones ML4
Sistema de Seguridad	Sistema de control de accesos	Indra	Mantenimiento y reparación
	CCTV	Indra	Mantenimiento y reparación
Datos	STM	Cezman/Telefónica	Mantenimiento y reparación
Planta de energía y aire acondicionado	UPS	Schneider	Mantenimiento y reparación

CLOTRA (Centro Logístico de Transmisiones): 3.er escalón de mantenimiento/apoyo técnico, llevado a cabo por este centro en caso de que el personal técnico de la unidad no pueda solucionar algún problema en el radar, ADP, radio y teléfono PABX.
MALOG (Mando del Apoyo Logístico): 3.er escalón de mantenimiento/apoyo técnico, llevado a cabo por este mando, en caso de que el personal técnico de la unidad no pueda solucionar algún problema en los equipos o en el sistema.
JSTCIBER (Jefatura de Servicios Técnico y del Ciberespacio): 3.er escalón de mantenimiento/apoyo técnico, llevado a cabo por esta jefatura, en caso de que el personal técnico de la unidad no pueda solucionar algún problema en los equipos o sistemas CIS.

La cooperación internacional en el sostenimiento de sistemas de mando y control aéreo

Francisco Martín Alonso
Teniente coronel del Ejército del Aire

El precio de la libertad es la eterna vigilancia
Thomas Jefferson (1743-1826)
Tercer presidente de EE.UU.



Radar Lanza 3D instalado en Argentina para demostración comercial. (Imagen: Indra)

La Ley Orgánica 5/2005, de 17 de noviembre, de la Defensa Nacional, en su artículo 16 Tipos de operaciones apartado a), atribuye a las Fuerzas Armadas «…la vigilancia del espacio aéreo y el control del espacio aéreo de soberanía nacional…».

En estas pocas palabras se resume la tarea principal a realizar por nuestro Ejército del Aire. Ni que decir tiene que la importancia estratégica de esta es de primera línea de defensa a la hora de garantizar la seguridad nacional.

Se trata de saber en todo momento todo lo que hay volando en nuestros cielos, independientemente de su naturaleza, altura, o velocidad. Por supuesto, es mandatario efectuar ese control las 24 horas del día, los siete días de la semana, las cincuenta y dos semanas del año. Para colmo, se utilizan medios tecnológicos complejos que, como cualquier máquina, se averían. Pero lo estamos logrando, en los últimos años durante más del 99 % del tiempo.

Todo ello requiere contar con esos sistemas tecnológicos complejos, perfectamente integrados, armonizados y dirigidos de forma disciplinada. Pero esa compleja maquinaria además requiere algo fundamental: un sostenimiento continuado también en el tiempo, eficiente, rápido, y que garantice esa disponibilidad mayor del 99 % durante todo su ciclo de vida.

La protección del espacio aéreo español, como podemos inferir de lo expuesto anteriormente, es una tarea ardua, que requiere vocación, espíritu de sacrificio. La vigilancia permanente está acompañada en el tiempo de la eterna vigilia, y como es de suponer, la alerta que se pueda generar debe ser temprana. El tiempo de reacción es vital en la defensa del espacio aéreo de soberanía nacional, y ello requiere además un valor añadido: la cooperación internacional con países amigos y aliados. Contar con la ayuda de las naciones cuyo devenir afecta a nuestro país, tanto local, geopolítica o económicamente, para llevar a cabo las tareas de protección del espacio aéreo, aporta esos activos necesarios para ello, y especialmente el más valioso de ellos quizás, el tiempo.

HERRAMIENTAS DE SOSTENIMIENTO EN EL SVICA

El sostenimiento a nivel nacional del sistema de defensa aérea queda cubierto con dos instrumentos contractuales: un acuerdo marco firmado con la empresa Indra, por cuatro años de duración, y un acuerdo multinacional firmado con la agencia aliada NSPA para el suministro de repuestos del radar RAT 31 SL/T.

El acuerdo firmado con la empresa Indra lleva en funcionamiento alrededor de medio siglo, en diversos formatos y después de muchos cambios de empresa. Comenzó como un contrato de asistencia técnica para el sistema semiautomático de defensa aérea, incluyendo las Islas Canarias (SADA/SADAC), firmado con la empresa Estesa a comienzos de los 70. Antes este sistema se mantenía con la ayuda norteamericana a través de un protocolo de colaboración (todos recordamos la inestimable ayuda, vocación y calidad humana de Mr. Williamson, el enlace de EE. UU. para el protocolo de colaboración, que ya trabajaba en el CLOTRA (antiguamente Parque Central de Transmisiones del EA, Getafe). Poco después Estesa se convirtió en EMAC, y se firmó un contrato de asistencia técnica que ha durado hasta el pasado año 2015, por el cual el personal de esta empresa resolvía los problemas de sostenimiento en la zona física del CLOTRA conocida como edificio 12, hoy en día edificio 89 del ACAR GETAFE, asignado a CLOTRA. Hacia el 2000, EMAC fue adquirida por Indra y pasó a denominarse Indra EMAC, conservándose la modalidad de contrato de asistencia técnica para llevar a cabo sus cometidos *in situ*, siempre en el CLOTRA.

Finalmente, el pasado año 2019 se llevó a cabo el cambio de nombre ante notario, siendo hoy en día simplemente Indra, y acometiendo sus funciones desde el pasado 2015 a través de un acuerdo marco también de duración por cuatro años, junto con sus correspondientes contratos basados, conforme a la ley de contratos del sector público. Más allá de los contratos de mantenimiento, la empresa Indra desarrolló su familia de radares LANZA con la ayuda del EA, basándose en la modificación de un radar fabricado por la empresa Marconi, cuyo nombre era Martello.

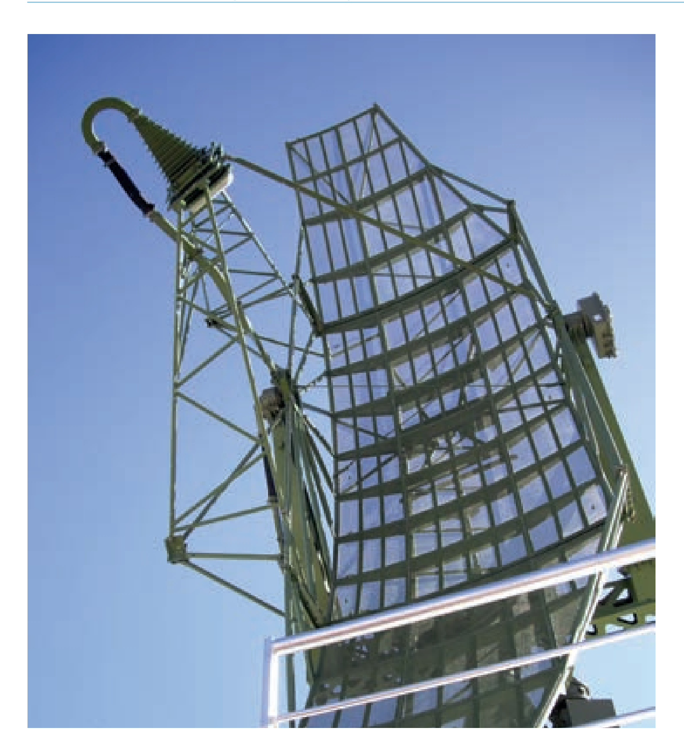
Desde los pasados años 90 en que se adquirió el primer radar RAT31 SL/T, se mantiene firmado un acuerdo multinacional con NSPA (antiguamente NAMSA) a fin de compartir experiencias de usuario con otras naciones que tienen en dotación el mismo modelo de radar, así como para ejercer apoyo logístico mutuo de cooperación en su caso. A su vez, piezas de repuesto pueden ser adquiridas a través de este acuerdo, bien por intercambio para soporte logístico mutuo de emergencia (MES, Mutual Emergency Support), bien como material Surplus de otras naciones. Estos radares fueron manufacturados por la empresa italiana SELENIA, que evolucionó posteriormente como Alenia, Selex, Finmeccanica y finalmente Leonardo. Era el primer radar tridimensional adquirido por el EA en su historia, con una antena tipo array sectorizada en tres partes (el programa de ayuda norteamericano dejó instalados dos radares asociados por cada escuadrón de vigilancia, azimutal AN/FPS-113 y de altura AN/FPS-90). El radar RAT 31 funciona aún tras un cuarto de siglo, y se sustituirá a medio plazo para liberar bandas de telefonía móvil 5G. No obstante, países como Noruega o Turquía seguirán contando con este equipo en dotación.

De este modo, a nivel nacional el EA da apoyo logístico completo a tres familias de radares:

1.- LANZA (el EA cuenta en dotación con el lanza 3D, si bien el CLOTRA podría tener capacidad de reparación a través de Indra, del LRR –Long Range Radar–, el MRR –Medium Range Radar–, el LTR25 –Radar táctico de medio alcance sustituto en el futuro del AN/TPS– 43 del GRUMOCA, el LANZA navalizado, y el S3TSR, radar para vigilancia del espacio cercano, basura espacial y seguridad en lanzamientos espaciales). Estos radares cuentan todos con tecnologías de exploración tridimensional, si bien la



Radar FPS-90 mantenido por Indra en Argentina. (Imagen: Indra)



Radar FPS-90 mantenido por Indra en Argentina. (Imagen: Indra)

mayoría en forma mecánica en azimut y electromagnética en elevación, y otro como el S3TSR sin exploración mecánica alguna. No incorporan tecnología de válvulas, sino que cuentan con multitud amplificadores de estado sólido que conforman el haz de exploración.

2.- RAT31 (radar de largo alcance de exploración tridimensional, mecánica en azimut y electromagnética en elevación con antena sectorizada y tecnología de válvulas TWT –Travelling Wave Tube– para generación del pulso).

3.- AN/FPS-113, AN/FPS-90 y AN/TPS-43 (radares de tecnología americana suministrados al EA mediante acuerdo de cooperación bilateral, todos ellos con tecnología de válvulas, antenas tipo paraboloide conformada con elementos metálicos lineales, y solo el AN/TPS-43 cuenta con exploración 3D electromagnética en altura).

PRESENCIA INTERNACIONAL DEL MODELO DE SOSTENIMIENTO DEL SVICA

Con el paso del tiempo, la empresa Indra ha logrado la excelencia en el sostenimiento de estos sistemas radar, bien por haber desarrollado los mismos como es el caso de la familia LANZA, o bien por haberse capacitado en el mantenimiento de estos sistemas tan complejos, como es el caso del RAT 31 o los radares suministrados por cooperación por EEUU. Hasta tal punto ha llegado ese nivel de excelencia que, hoy en día, la empresa Indra es la única opción viable razonable para mantener operativos estas dos últimas familias de radares. Es más, posibles mejoras, cambios de ingeniería, modernizaciones y DLM –Depot Level Maintenance– de estas familias solo pueden ser realizados por Indra de manera realista, con el apoyo del EA que suministra en su caso los repuestos adecuados, debido al amplio stock que aún queda depositado en CLOTRA.

Ello pone en una posición muy ventajosa a Indra a nivel internacional, ya que no solo fabrica sistemas radar de la familia LANZA, de altas prestaciones y fiabilidad (los cuales se están exportando a países como Lituania, Dinamarca, Reino Unido o incluso la propia OTAN), sino que los mantiene de manera integral, así como da apoyo logístico integrado a sistemas de las familias RAT31 y norteamericanos, muchos de ellos ya declarados obsoletos, pero que por cuestiones de tipo estratégico aún se mantiene el material, personal, equipo de apoyo y sobre todo, el conocimiento acerca de estos sistemas, que aún cuentan con gran valor como sistemas de armas para la defensa aérea.

De este modo, la cooperación internacional ha supuesto, supone y supondrá en el futuro el paraguas ideal para garantizar el control 24/7 del espacio aéreo nacional, y de países amigos y aliados, en beneficio de todos. A continuación, vamos a describir los principales proyectos de cooperación en los que está inmersa la empresa Indra como líder mundial del mercado en sistemas de defensa aérea, así como el EA, el Ministerio de Defensa y en última instancia el Estado, garantizando siempre los adecuados apoyo y control institucional para articular las normas que lo posibilitan:



Radar Lanza 3D instalado en Argentina para demostración comercial. (Imagen: Indra)



Radar FPS-113 mantenido por Indra en Argentina. (Imagen: Indra)



Radares FPS-90 y 113 mantenidos por Indra en Argentina, en sus emplazamientos. (Imagen: Indra)



Radar Lanza LRR vendido a Lituania en pruebas en CEAR (Guadalajara). (Imagen: Francisco Martín Alonso)

ARGENTINA

El mantenimiento de los radares AN/FPS-90 y 113 argentinos está amparado por tres acuerdos a dos partes: uno firmado entre España y Argentina para esta colaboración, otro firmado entre el EA e Indra para venta de piezas de repuesto achatarradas procedentes de CLOTRA, y otro entre Argentina e Indra para efectuar los trabajos. Paralelamente se está decidiendo en Argentina la sustitución de estos radares, para lo cual se desplegó allí un LANZA 3D que estaba almacenado en CLOTRA, para ver comprobar su efectividad.

ECUADOR

Se han vendido y se mantienen por parte de Indra varios radares LANZA MRR.

OTAN Y REPÚBLICAS BÁLTICAS

Se han vendido y se mantienen varios radares LANZA LRR a la OTAN, para su ubicación en las Repúblicas Bálticas aliadas, a fin de ejercer apoyo a la misión de BAP (Baltic Air Police) que se viene realizando desde hace unos años. Dado el volumen de radares LANZA que ya existe en países de la OTAN, se está pensando en firmar otro acuerdo multinacional para soporte de este tipo de radares, auspiciado por NSPA, similar al que ya existe para radares RAT31.

NORUEGA

El caso de Noruega es muy especial, ya que aún mantienen radares AN/FPS-110, similares a los FPS-113 que el EA tenía en dotación hasta principios de este siglo XX, pero en una versión algo más antigua. Gracias al buen hacer del CLOTRA que suministra los repuestos, y la acción exterior de la empresa Indra, Noruega ha podido mantener e incluso modernizar estos radares, incluso solventando sus obsolescencias con cambios de ingeniería muy innovadores, partiendo del stock de material acumulado que existía en CLOTRA perteneciente a los radares FPS-113, que fueron modernizados en los años 80 y 90 mediante el programa MEVAS (mejora de EVA) del MALOG. Estos radares modernizados dados de baja siguen siendo útiles incluso en el contexto de la cooperación internacional.

También mantiene Indra los radares RAT 31 SL/T existentes en Noruega (que allí denominan SINDRE). En este caso NSPA forma parte



Radares RAT31 SL/T (SINDRE) mantenidos por Indra en Noruega. (Imagen: Indra)

de esta cooperación, ya que a través del acuerdo firmado por las naciones aliadas que poseen este tipo de radares (acuerdo MES –Mutual Emergency Support–), piezas de repuesto existentes en el CLOTRA y en dotación del EA, viajan hasta Noruega para mantener operativos estos radares, y las piezas averiadas se envían a CLOTRA donde se reparan y quedan como dotación.

PORTUGAL

Portugal está adquiriendo radares nuevos, e Indra siempre es una opción muy deseable. De este modo se ha vendido este LANZA LRR que también se mantiene por Indra, en este caso por contrato directo al ser nación de la UE.



Radar Lanza LRR vendido y mantenido por Indra en Portugal. (Imagen: Indra)



Radar Lanza LRR vendido y mantenido por Indra en Portugal. (Imagen: Indra)

RUANDA

Se han vendido y se mantienen por Indra radares de tipo MRR, desplegables más rápidamente por ser de menor tamaño, dados los requisitos operativos que Ruanda tiene.

REINO UNIDO

Se ha vendido a UK un radar LTR-25, que denominan en contexto OTAN como DADR (Deployable Air Defence Radar). Se mantiene a su vez por contrato con Indra, si bien el BREXIT deberá redefinir esta situación administrativa.

TURQUÍA

Turquía también recurre a Indra para mantener sus radares RAT 31 SL/T existentes allí. En este caso también NSPA



Radar Lanza MRR vendido y mantenido por Indra en Ruanda. (Imagen: Indra)



Radar Lanza MRR vendido y mantenido por Indra en Ruanda. (Imagen: Indra)



Radar LTR-25 (DADR) vendido y mantenido por Indra en Reino Unido. (Imagen: Indra)

forma parte de esta cooperación, ya que a través del acuerdo firmado por las naciones aliadas que poseen este tipo de radares (acuerdo MES –Mutual Emergency Support–), piezas de repuesto existentes en el CLOTRA y en dotación del EA, viajan hasta Turquía para mantener operativos estos radares, y las piezas averiadas se envían a CLOTRA donde se reparan y quedan como dotación.

A su vez, modernizaciones y actualizaciones de la parte de procesado digital de estos radares también se han efectuado a través de la empresa Indra, que ha vendido, instalado y mantienen un SSC (Scan to Scan Correlator) para estos radares en el país otomano. El EA, como propietario intelectual de este subsistema, tuvo que autorizar la venta y recibe parte del beneficio, que es repercutido al mantenimiento del SVICA.

URUGUAY

Como vecino y hermano de Argentina, Uruguay también solicitó una demostración de las capacidades del LANZA 3D que Argentina desplegó temporalmente. En este caso, se materializó en la venta de radares LANZA MRR, que también son mantenidos por Indra y que forman parte del sistema de defensa aérea de este país.

Como resumen y corolario a todo lo anteriormente expuesto, podemos asegurar que el Ejército del Aire cuenta con activos muy valiosos a la hora de articular su sistema de defensa aérea, fruto de una tradición heredada de los métodos de trabajo que establecieron hace más de medio siglo los EE. UU., los cuales fueron interiorizados por el propio EA.



Radar RAT31 SL/T mantenido por Indra en Turquía. (Imagen: Indra)



Radar Lanza MRR vendido y mantenido por Indra en Uruguay. (Imagen: Indra)



Radar Lanza 3D instalado en Uruguay para demostración comercial. (Imagen: Indra)

Debemos hacer también mención a todas las empresas que hicieron el esfuerzo de aprender, poner su mejor hacer, especialmente la empresa Indra, que a día de hoy que cuenta con un gran potencial a la hora de colaborar en ese gran desafío diario que supone el sostenimiento del sistema nacional de vigilancia y control aeroespacial, y que debe ser exportado para contribuir a la estabilidad internacional, fomentando la cooperación con países amigos y aliados.

Cabe destacar de manera notable como garantía de éxito, el valor del personal de la empresa Indra trabajando en el emplazamiento del CLOTRA, a la hora de llevar a cabo el sostenimiento del sistema de defensa aérea, para que ese complejo sistema funcione de manera exacta, con una fiabilidad superior a noventa y nueve por ciento del tiempo, de manera redundada, y garantizando siempre con gran vocación de servicio, que los datos referentes a tráficos aéreos siempre estén disponibles en su formato 24/7. ■

Radares RAT31 SL/T (SINDRE) mantenidos por Indra en Noruega. (Imagen: Indra)

El Sistema de Vigilancia y Control en 2035

Juan A. de la Torre Valentín
Coronel del Ejército del Aire

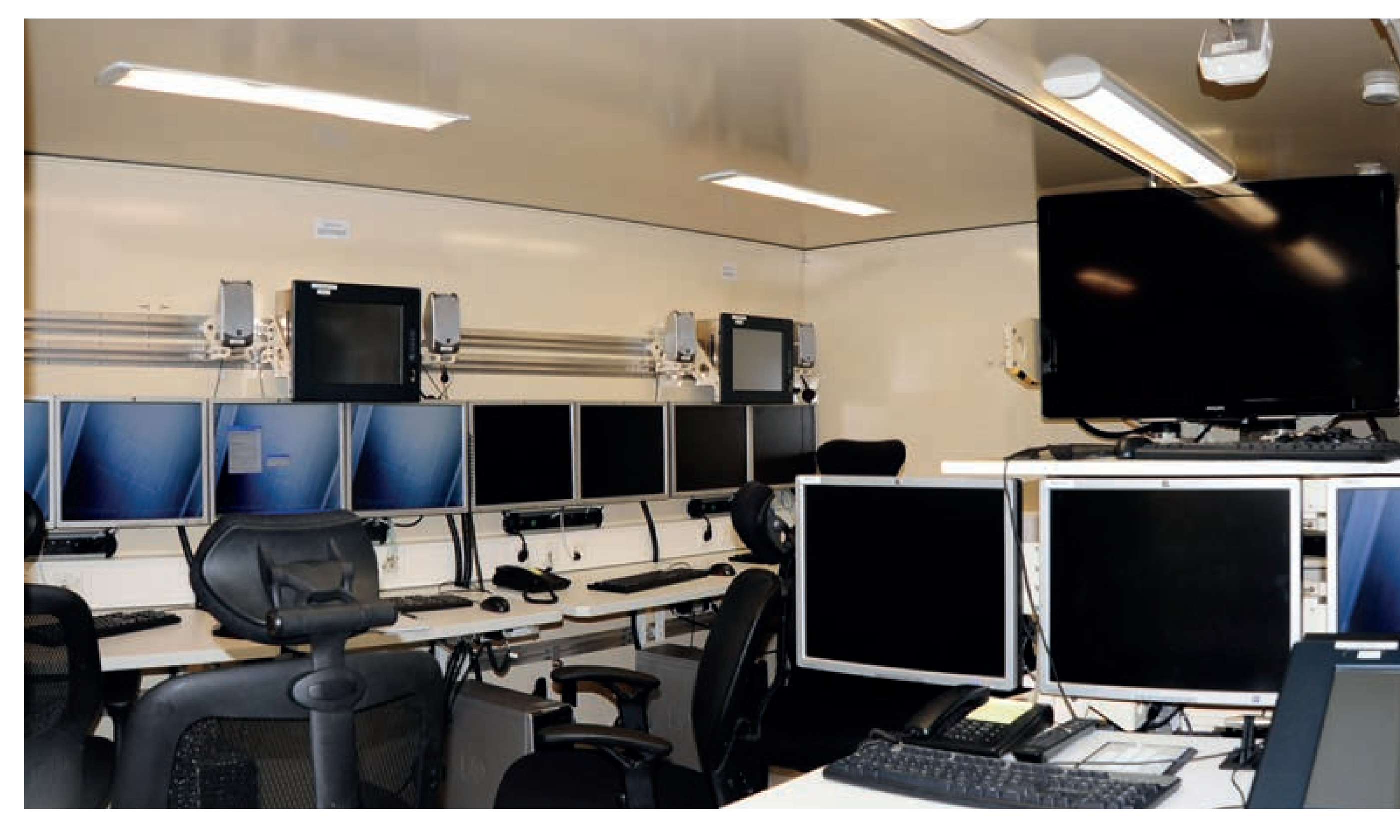
ENTORNO OPERATIVO

Los artículos anteriores han mostrado como ha sido la evolución del Sistema de Vigilancia y Control, como será en los próximos años y su papel dentro de la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional. Sin embargo, 2035 marca el horizonte para un salto cualitativo en su evolución. Un salto que sin ser revolucionario, dado que se asentará en la experiencia adquirida, debe permitir una nueva concepción de la función de mando y control, teniendo en cuenta la velocidad en que sucede el cambio tecnológico.

La elección de 2035 obedece a muchos motivos y coincide plenamente con el horizonte que se refleja en el documento Entorno Operativo 2035, dirigido por el Centro Conjunto de Desarrollo de Conceptos (CCDC). En 2035 las tecnologías emergentes y disruptivas habrán incrementado enormemente los riesgos si nuestro Sistema de Vigilancia y Control no evoluciona al mismo ritmo. En palabras del entonces jefe de Estado Mayor de la Defensa, general de Ejército Fernando Alejandre Martínez «la incertidumbre y la necesidad de adaptabilidad continua que demandará el entorno operativo futuro, hacen que la única constante en la búsqueda de ese objetivo sea el cambio».

Los programas cuya ejecución ha empezado o empezará durante los años 2021 y 2022 deben asegurar la continuidad del Sistema de Vigilancia y Control durante un periodo de 15 años. Aunque no debemos caer en el error de pensar que la foto será estática durante esos 15 años, estamos en el momento que permite planificar adecuadamente las ca-

AOC-D GRUMOCA



pacidades a largo plazo y desarrollar conceptos que puedan ser convertidos en programas de adquisición.

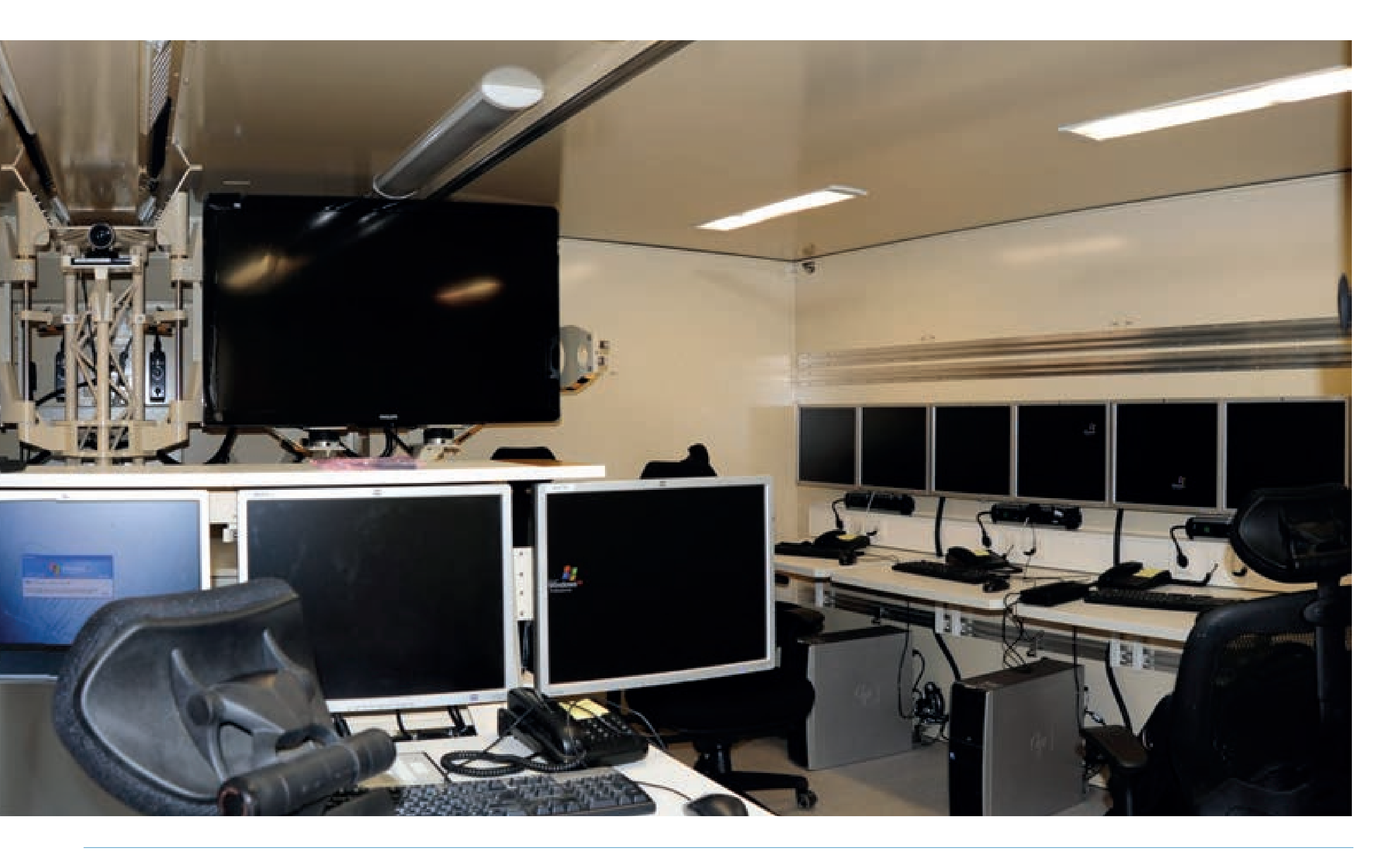
AFSC, ACCS, MDOC2, NGWS, SC2N …

Además, 2035 coincide con la fecha en que la futura capacidad de vigilancia y control de la Alianza Atlántica entrará en servicio. La AFSC (Alliance Future Surveillance Capability) es bastante más que el simple reemplazo de los E3A que constituyen el núcleo de la capacidad de vigilancia, mando y control aerotransportado de la OTAN (junto con las aportaciones nacionales) y serán retirados del servicio alrededor del 2035 con más de 60 años de vida.

La discusión sobre el programa AFSC (Alliance Future Surveillance Capability) se inicia en 2014 haciendo una revisión de la capacidad requerida, para definir las posibles opciones evitando desde el primer momento poner el foco en el reemplazo de E3A. Desde 2014 a 2016 se realiza la fase preconceptual que proporciona información suficiente para la declaración de los jefes de Estado y de Gobierno, en la cumbre de Varsovia de julio de 2016, que se puede considerar el inicio formal del programa, «en 2035, la Alianza debe disponer de una capacidad que dé continuidad al E-3 AWACS. Basándonos en los requisitos militares de alto nivel, hemos decidido iniciar colectivamente el proceso de definición de opciones para las futuras capacidades de vigilancia y control de la OTAN».

AFSC se encuentra actualmente en la segunda etapa de la fase de concepto, con los estudios de viabilidad de reducción de riesgos de tres conceptos técnicos de alto nivel, seleccionados a partir de seis, identificados inicialmente. En 2022 se debe seleccionar un único concepto técnico que será la base para la fase de desarrollo con el objetivo de iniciar la producción en 2025 y tener la capacidad en servicio en 2035. Especialmente interesante es el concepto de vigilancia distribuida con la función de mando y control separada. Este concepto propone la integración de una gran variedad de entidades (plataformas, sensores y centros de mando) y sistemas en una arquitectura común interoperable.

No es solo AFSC el sistema que cambiará el modo de entender la vigilancia y el control en el 2035. El ACCS (Air Command And Control System), el gran programa de la Alianza para el mando y control aéreo que lleva en desarrollo desde 1994, se encuentra hoy en día en una encrucijada. Concebido como una única plataforma integrada que da soporte tanto a las funciones *real-time* como *no real-time* de la defensa aérea y la defensa antimisil, deberá evolucionar hacia un sistema de sistemas, que comprenda todo el espectro de las capacidades del poder aéreo, como por ejemplo el AFSC, las plataformas de 5.ª generación o los sistemas de información para el Mando y Control Aéreo. Finalmente, el ACCS debe estar en condiciones de formar el núcleo de un verdadero Sistema de Mando y Control Multidominio MDOC2 (Multi-Domain Operations Command and Control).





GRUNOMAC sala de operaciones

En 2035 algunos elementos del NGWS/FCAS (New Generation Weapon System/Future Combat Air System) podrían estar ya en servicio. Un elemento clave del NGWS serán los remote carriers, equipados con sensores y/o armas, ya en experimentación. Como ejemplo, en este mismo año de 2021, la Real Fuerza Aérea australiana empezará los vuelos de prueba del Loyal Wingman que operará conjuntamente con sus E-7 Wedgetail extendiendo el alcance de sus capacidades de vigilancia y control. El Loyal Wingman o Boeing Airpower Teaming System controlado desde el E-7, o desde cazas F-35 y F-18F en el futuro, hará uso también de la inteligencia artificial.

Los sistemas de información que proporcionan servicios para el mando y control también modificarán notablemente el entorno de operación, el SC2N (Sistema de Mando y Control Nacional) se nutrirá de servicios proporcionados por el Sistema de Vigilancia y Control y viceversa. La hiperconectividad significa que el cumplimiento de los requisitos de ciberseguridad será condición indispensable para cualquier entidad que se integre.

EVOLUCIÓN DE LOS MEDIOS DE VIGILANCIA, SATURACIÓN E INTEGRACIÓN DE SENSORES

Los actuales sistemas de integrados de defensa aérea fueron diseñados originalmente para un entorno operativo donde apenas se contemplaba la presencia de vuelos civiles en áreas de conflicto, la amenaza desde el espacio o a los sistemas espaciales era mínima y los drones aún no habían aparecido. Las experiencias recientes presentan escenarios donde las fuerzas aéreas operan desde bases situadas tanto en el interior de la zona de operaciones como a miles de millas, con presencia de vuelos comerciales y control civil, creciente utilización de drones de todo tipo y operando a todos los niveles de vuelo y utilizados por parte de todos los actores.

La evolución actual del Sistema de Vigilancia y Control, con la incorporación de nuevos sistemas de Identificación, como Modo 5 y el Modo S, vienen a cubrir parte de las nuevas capacidades requeridas, pero no serán suficientes para la creciente complejidad del nuevo entorno operativo. Por el contrario, se necesitará que los gestores del espacio aéreo dispongan de herramientas que les proporcionen vigilancia y control permanente en tiempo real, así como herramientas para separar a múltiples usuarios del mismo espacio aéreo. Además, deberán estar en permanente coordinación con el control civil.

Los conceptos clave en la evolución de los sistemas de vigilancia son la saturación e integración de sensores. Necesariamente estos dos conceptos llevan aparejados el aumento de la capacidad de proceso y la utilización de técnicas de inteligencia artificial y *big data*. En otras palabras, la integración en un sistema de sistemas de sensores que requiere la gestión y presentación de esos datos en un formato que le sean válidos al comandante para tomar decisiones. El proceso de las ingentes cantidades de datos parciales o duplicados con otros sensores no se podrá hacer con las mismas herramientas de hoy en día.

Combined Air Operations Centre (CAOC). Base aérea de Torrejón



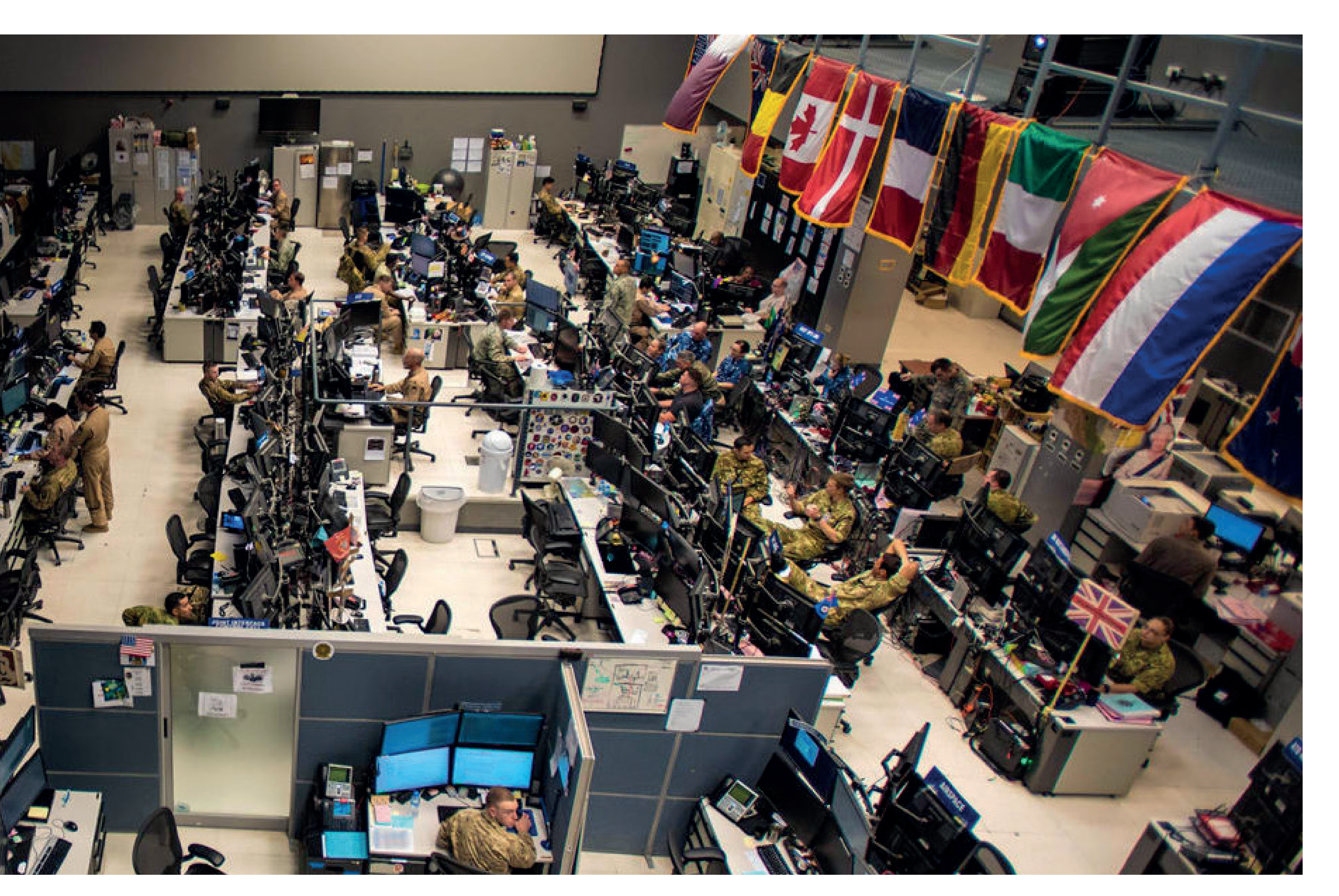
La familia de radares fijos Lanza 3D deberá continuar evolucionando para, por una parte, contrarrestar la amenaza que representan los blancos con baja firma radar y por otra los múltiples drones en diferentes niveles de vuelo. Su función seguirá siendo irremplazable y el despliegue actual debería ser completado con alguno de los emplazamientos propuestos hace tiempo. Los radares desplegables LTR-25 son el imprescindible complemento a los emplazamientos fijos y proporcionan la capacidad expedicionaria requerida. Es de esperar que el Modo 5 IFF continúe en servicio largo tiempo, sin embargo, no es de descartar que el avance en las técnicas de *spoofing* pueda hacer necesaria su evolución o reemplazo.

Pero el Sistema de Vigilancia y Control no puede descansar únicamente en sensores activos o colaborativos basados en tierra. Los sensores pasivos serán imprescindibles, tanto para asegurar la supervivencia del sistema ante la amenaza de los misiles anti radiación como para detectar blancos con baja firma radar.

Son varias las tecnologías ya existentes o en desarrollo de radares pasivos. Un radar pasivo se basa en la captación o bien de las emisiones activas de la plataforma objetivo o en la reflectancia en esa plataforma de las múltiples fuentes de emisión electromagnética actualmente disponible en el entorno electromagnético. La abundancia de emisores, como los de telefonía y los de televisión, permiten caracterizar el ambiente electromagnético y detectar la reflectancia originada por aeronaves o drones.

Los sensores ópticos como los sistemas IRST InfraRed Search & Track (IRST) proporcionan un medio alternativo de detección. Inmunes al jamming y a las armas anti radiación proporcionan una muy buena resolución angular y en buenas condiciones meteorológicas alcances cercanos a los 100 km. Aunque no miden la distancia al objetivo directamente la pueden calcular de modos indirectos por la combinación de múltiples sensores y se han demostrado eficaces para la detección e identificación de aviones de quinta generación.

Un radar pasivo requiere, en la mayor parte de los casos, la cooperación de plataformas y sensores situados en diferentes localizaciones fijas, desplegables o móviles. Una plataforma aislada no obtiene información suficiente para realizar la adquisición de un objetivo. Esto nos lleva al otro concepto clave la integración de sensores. Como señala el teniente coronel Anthony Tingle en su artículo *The Coming 5G Evolution in Network Centric Warfare: The Sensor Saturation Theory*[1], en vez de buscar una aguja en un pajar simplemente vamos a remover la paja.



Simultáneamente, es necesario integrar tanto las capacidades de vigilancia y seguimiento espacial como el subsistema de vigilancia, control, y coordinación aérea en el entorno UAS LSS (Unmanned Aerial System Low-Small-Slow). Integrar y fusionar los datos que reciba de sus propios sistemas de detección (antenas, radares, sistemas electro-ópticos, etc.) y de los detectores de sus subsistemas C-UAS, así como los que reciba de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y de otras organizaciones tanto civiles como militares, extranjeras e internacionales, analizando automáticamente, mediante técnicas de inteligencia artificial, toda la información recibida de cada uno de ellos.

EVOLUCIÓN DEL SUBSISTEMA DE COMUNICACIONES, INTERNET DE LAS COSAS…

El Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial ajustara a la tecnología IP sus sistemas y equipos en los próximos años, suponiendo un salto tecnológico y conceptual que exige la adaptación en algunos casos y el cambio en otros de la actual tecnología de comunicaciones, basada en el establecimiento de circuitos permanentes, a la tecnología basada en conmutación de paquetes (IP). La adaptación a IP deberá proporcionar un nivel de calidad de servicio apropiado para asegurar la disponibilidad operativa, lo que supone garantizar los actuales requisitos de tiempo real, alta disponibilidad y supervivencia.

La adaptación a IP es un paso fundamental para la evolución necesaria en 2035, pero todavía siguen en vigor los conceptos de emplazamiento o plataforma. El siguiente paso es pensar en entidades, cosas, considerar todos los elementos implicados en el Sistema de Vigilancia y Control y últimamente en la defensa aérea como entidades. Una plataforma o un emplazamiento puede corresponder a múltiples entidades que se conectan a la red o la combat cloud, si preferimos usar ese término.

Los enlaces de datos tácticos basados en Link16 y en su extensión sobre IP, JREAP (Joint Range Extension Applications Protocol) se verán suplementados por nuevos protocolos, en distintas bandas de frecuencia, capaces de proporcionar un mayor ancho de banda y admitir un mayor número de entidades en la red. La tecnología 5G, que no es exclusiva de la telefonía móvil, con su capacidad de conexión machine to machine va a estar presente sin duda en los Sistemas de Vigilancia y Control en servicio en 2035.

LOS CENTROS DE MANDO Y CONTROL, EL ENFRENTAMIENTO COOPERATIVO

El Taller de Entorno Operativo 2035 en el desarrollo conceptual de su potencial área de cambio n.º 1, mejorar la agilidad estratégica de la FAS, considera que será clave adaptar los ciclos de decisión para hacerlos más ágiles y rápidos, con capacidad de actuar dentro de las ventanas de oportunidad. Esto requiere: a) mando orientado a la misión / iniciativa; b) optimizar las estructuras para simplificar procesos, buscando estructuras de mando y control más horizontales y descentralizadas, en las que delegue mayor capacidad de decisión a los niveles de ejecución.

En un entorno esencialmente distribuido los patrones de interacción entre los distintos componentes del mando



GRUNOMAC sala de operaciones

y control aeroespacial, unidades aéreas, CRC ARS, AOC, CAOC, JFAC.. también van a evolucionar. La posibilidad de crear una RAP (Recognized Air Picture) local y de posibilitar el enfrentamiento cooperativo trasladando los «derechos de decisión» a nivel táctico local con una mínima presencia de *man in the loop* cambiará radicalmente estas relaciones, pero no quiere decir, de ningún modo, que tengan que desaparecer.

La estructura jerárquica con el control político al más alto nivel, va a seguir presente, aunque en un sistema con la información disponible para todas las entidades, muchas decisiones y acciones no serán exclusivas de los centros de mando. La comunicación entre entidades se produce a diferentes niveles de un modelo de comunicación aún por definir, que tendrá muchas similitudes con el OSI o el TCP/IP, algunas entidades se comunicarán directamente en la capa física, otras intercambiarán datos o servicios y finalmente otras colaborarán entre ellas. El nivel de latencia y la necesidad de intervención humana en el proceso marcarán las reglas del enfrentamiento cooperativo.

Por otra parte, la elevada cantidad de información disponible y la capacidad de proceso necesaria para aplicar las técnicas de *big data* e inteligencia artificial van a convertir a los centros de mando y control en centros de proceso de datos distribuidos y protegidos. El desarrollo e implantación de la inteligencia artificial, dentro del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, deberán requerir que, al igual que con el resto de sistemas de armas con elevada autonomía, operen bajo los principios del Derecho Internacional Humanitario conforme a las leyes y usos de la guerra. Así, es previsible que, durante las próximas décadas, el ser humano, sin ser un elemento limitador dentro de la operación del sistema (concepto conocido por *man in the loop*), mantenga el control y la supervisión de todo el ciclo de operación del sistema (conocido por man over de loop); quedando el Sistema de Vigilancia Aeroespacial español, de momento, fuera del automatismo total (conocido por man out of the loop).

CONCLUSIONES

El comodoro Chis Westwood en su artículo *5th Generation Air Battle Management*[2] ilustra cinco generaciones del Mando y Control aéreo que podemos considerar como etapas en la evolución de los sistemas integrados de defensa aérea, marcando la 1.ª generación en la Batalla de Inglaterra y la 5.ª generación, aún no en servicio, provocada por la integración de los cazas de 5.ª generación. En España la 1.ª generación nace en los años 50 del siglo pasado, con la creación del primer sistema de defensa aérea español, originalmente mantenido y operado por la USAF. Los programas Combat Grande I y II, y sobre todo SIMCA permitieron a España dotarse de un sistema de defensa aérea avanzado y competitivo, basado en tecnología nacional y que ha permitido incluso la exportación.

Los actuales programas de actualización en curso podrían constituir una generación 4.5 que permitirá a nuestro Sistema de Vigilancia y Control permanecer entre los tecnológicamente más avanzados, pero nos acercamos a un momento de evolución clave. En este artículo se han presentado algunas de las tendencias de esta transformación, posiblemente no todas, y algunas de ellas ya están incluidas en la Estrategia de Tecnología e Innovación de la Defensa ETID-2020.

La integración en un sistema unificado de observación, vigilancia y control permanente que permita conocer en tiempo casi real la situación aeroespacial y sus posibles amenazas, como se indica en la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional 2019, del ámbito espacial y de los sistemas C-UAS supone solo uno de los muchos retos a afrontar. Quizás la característica esencial de la próxima generación será su capacidad de adaptarse al cambio tecnológico y al cambio del entorno operativo, el lapso entre generaciones será mucho menor que en el pasado, la nueva generación 5.0 será seguida inmediatamente de una generación 6.0.■

NOTAS

[1]https://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/the-coming-5g-evolution-in-network-centric-warfare-the-sensor-saturation-theory

[2]https://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/5th-generation-air-battle-management



Vacunas contra la COVID

Carmen Ybarra de Villavicencio
Coronel médico
del Cuerpo Militar de Sanidad

Desde que el 31 de diciembre de 2019 la Organización Mundial de la Salud (OMS) detectara que la Comisión Municipal de Salud de Wuhan (China) había declarado un conglomerado de casos de «neumonía vírica de origen desconocido» hasta el momento actual, la investigación científica se ha dedicado en pleno al desarrollo de una vacuna contra esa nueva amenaza. La carrera se inicia con la publicación de la secuencia genética del nuevo virus: el 2019-nCoV (también conocido como SARS-CoV-2), el 11 de enero de 2020. Este nuevo virus es un tipo de beta-coronavirus que comparte gran similitud genética con el SARS-CoV, responsable de la pandemia que se inició en China en noviembre de 2002 y que se declaró finalizada en julio de 2003, tras afectar a 29 países. El conocimiento adquirido en esa primera pandemia es uno de los elementos claves para el rápido desarrollo de las vacunas frente al SARS-CoV-2.

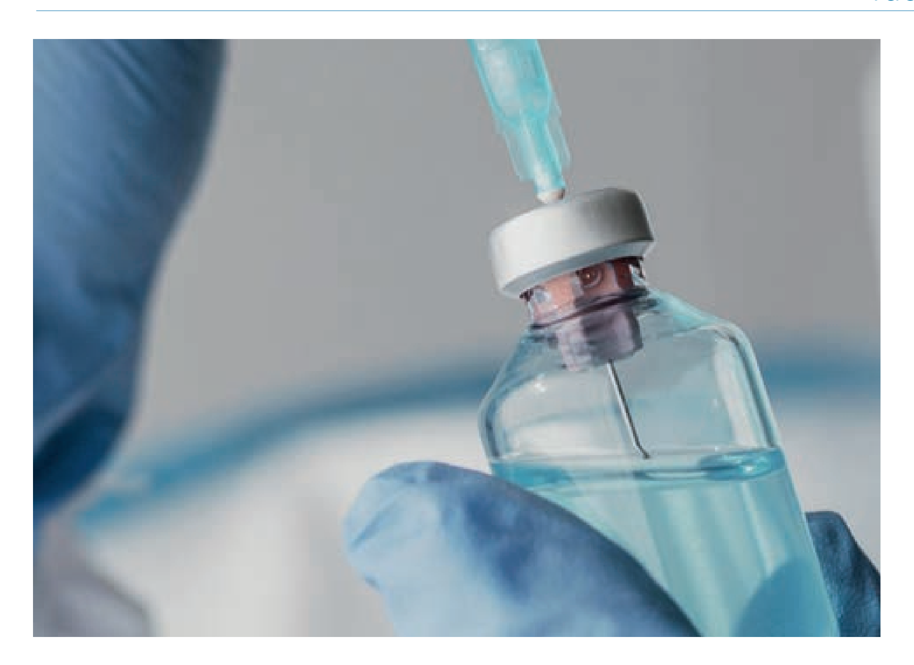
La vacuna frente al SARS-CoV-2 busca reducir el riesgo de infectarse por dicho virus y, en caso de infectarse, reducir la probabilidad de desarrollar un cuadro clínico grave. Es decir, un sujeto vacunado puede infectarse con el virus, pero la gravedad de los síntomas sería menor.



Vacunación de los alumnos de medicina del Cuerpo Militar de Sanidad

Las vacunas actúan obligando al organismo que las recibe a iniciar una reacción de respuesta inmunitaria frente a ese elemento extraño contra el que se vacuna. Para poder analizar las diferentes estrategias en el desarrollo de vacunas, es preciso entender cómo se produce la respuesta inmunitaria frente al virus.

El virión de SARS-CoV-2, su forma infectiva, consiste en una membrana con glicoproteínas dentro de la que se empaqueta el material hereditario del virus (ARN) compactado con proteínas. En la superficie destaca la presencia de la proteína S (spike), denominada así por formar la espícula, estructura en forma de aguja que tiene un papel relevante en la infección y que es el punto por el que el virus se une a las células humanas. La proteína S se une de forma específica al receptor ACE 2 (enzima convertidora de angiotensina 2) de las células huésped, permitiendo que el ARN viral entre en la célula y utilice las organelas de la célula para producir nuevos virus y así propagar la infección. En el organismo, las células especializadas CPA (Células Presentadoras de Antígeno) fagocitan los virus y muestran fragmentos virales (antígenos) en su propia membrana. La presencia de esos antígenos en las células activan a las células T auxiliares «helper», que inician las respuestas inmunitarias específicas: la respuesta humoral a través de las células B que producirán anticuerpos anticoronavirus; y la respuesta celular mediante las células



T citotóxicas que identifican y destruyen las células infectadas. Las células T y B de memoria de larga duración pueden circular por el organismo durante meses o años, proporcionando inmunidad.

Esa respuesta inmunitaria es la reacción que buscan las 263 vacunas que se encuentran en desarrollo en este momento y de las que 82 se encuentran en fase de ensayos clínicos, aunque cada una busca una aproximación diferente al problema. Las estrategias utilizadas en las vacunas son diferentes:

1. Vacunas con virus: son vacunas que emplean el propio coronavirus, atenuado o inactivado para provocar la inmunidad. Vacunas clásicas, como la polio y el sarampión, utilizan este mecanismo, pero son vacunas que requieren de muchísimos estudios para asegurar su inocuidad.

a. Virus inactivado: el coronavirus que se incorpora a la vacuna se inactiva con calor o productos químicos hasta que el virus pierde su capacidad de infección. Las vacunas de Sinovac Biotech, Sinopharm y Bharat Biotech son de este tipo.

b. Virus atenuado: el virus se atenúa a base de pasarlo por células humanas o animales hasta que incorpore las mutaciones que le impidan producir la enfermedad. La vacuna COVI-VAC de Codagenix/Serum Institute se desarrolla en esta línea.

2. Vacunas de ácidos nucleicos: Las vacunas de ácidos nucleicos son inocuas y fáciles de desarrollar, basta fabricar el fragmento de ácido nucleico (ARNm o ADN) que contiene ciertas instrucciones, no el virus. Las vacunas frente al coronavirus son las primeras que se han desarrollado siguiendo esta estrategia.

El ácido nucleico de la vacuna (ARN, ADN) contiene la instrucción de fabricar determinada proteína, generalmente la proteína S. Cuando ese ácido nucleico se introduce en la célula humana, ésta comienza a producir la proteína ordenada (S) y se inicia el proceso descrito al principio, nuestras células CPA las fagocitan y se inicia la respuesta inmunitaria. El fragmento de ácido nucleico (ARNm, ADN plasmídico) no se introduce en el núcleo celular, por lo que no interfiere en ningún momento con nuestro propio ADN.

a. ARN mensajero: las vacunas de BioNtech/Pfizer, Moderna y CureVac utilizan esta metodología.

b. ADN plasmídico: la vacuna INO-4800 (Inovio Pharmaceuticals), se basa en un plásmido de ADN que contiene la secuencia para expresar la proteína S y de esa forma iniciar la reacción inmunológica. Otros laboratorios que emplean este mecanismo para sus vacunas son AnGes-Osaka University y Zydus Cadila.

3. Vacunas con vectores víricos: se basan en la manipulación genética de otro virus para que sintetice las proteínas del coronavirus una vez que se encuentre en las células humanas, iniciando el proceso inmunitario.

a. Vector vírico replicativo: el virus modificado se reproduce en el nuevo huésped. La farmacéutica Merck tiene una vacuna, la V591-001, que utiliza como vector replicativo una cepa de virus de sarampión inactivada. La Universidad de Hong Kong está desarrollando una que utiliza como vector un virus de gripe. Ambas vacunas se encuentran todavía en fase 2 de desarrollo clínico.

b. Vector vírico no replicativo: generalmente se emplean adenovirus modificados para generar la proteína S del coronavirus. La vacuna AstraZeneca utiliza un adenovirus (ChAd5) que infecta al chimpancé, pero no al humano. Inoculado en el organismo, se inicia la producción de proteína S. La vacuna de Janssen (Johnson & Johnson) emplea un adenovirus que infecta humanos, el Ad26, manipulado para no producir infección y desarrollar la proteína S del coronavirus. La vacuna Sputnik V (Gamaleya), emplea dos adenovirus humanos diferentes: el Ad26 en la primera dosis y el Ad5 en la segunda. CanSino-Biopharma, utiliza el Ad5 en sus 2 dosis.

4. Vacunas con proteínas: buscan inyectar directamente las proteínas del coronavirus, fragmentos o estructuras que lo parezcan.

a. Subunidades proteicas: la mayoría de las vacunas se centran en la proteína S o en una parte de ella, la zona de fijación al receptor de la ACE2. Para que estas vacunas sean

Mecanismo vacuna	Nombre/Farmacéutica	Eficacia informada
ARN mensajero	Comirnaty /Pfizer-BioNTech	95 %
	Moderna	93 %
	CureVac	Fase 3 clínica
ADN	AnGes-Osaka University	Fase 3 clínica
	Zydus Cadila	Fase 3 clínica
	INO-4800 /Inovio Pharmaceuticals	
Vector viral replicativo	Virus de sarampión /Merck	Fase 1 clínica
	Virus de la gripe /Hong Kong University	Fase 2 clínica
Vector viral no replicativo	ChAd/AstraZeneca-Oxford	70 %
	Sputnik V /Gamaleya	92 %
	Ad5 /CanSinoBio	Fase 3 clínica
	Ad26 /Janssen (Johnson&Johnson)	66 %
Proteínas	Novavax	89,3 %
	Sanofi-Pasteur	Fase 3 clínica
Partículas similivíricas	Medicago Inc.	Fase 3 clínica
	Serum Institute of India	Fase 3 clínica
Virus atenuado	CoviVac /Codagenix-Serum Institute	Fase 1 clínica
Virus inactivado	Sinopharm	79 %
	Sinovac Biotech	Fase 3 clínica
	Bharat Biotech	Fase 3 clínica

efectivas se requiere de adyuvantes (moléculas que estimulan la respuesta inmune) y la administración de varias dosis. La vacuna desarrollada por Novavax se incluye en este tipo, así como la de Sanofi Pasteur + GSK.

b. Partículas similivíricas (PSV): armazones víricos vacíos que simulan la estructura del coronavirus sin ser infectivos. Esta tecnología es la base de algunas de las vacunas que están desarrollando el Serum Institute of India y Medicago Inc.

En el momento actual, la Agencia Europea del Medicamento (EMA) ha autorizado la comercialización y administración a sus ciudadanos de cuatro vacunas: Comirnaty (Pfizer/BioNtech), COVID-19 Vaccine Moderna, COVID-19 Vaccine AstraZeneca y COVID-19 Vaccine Janssen. Otras 3 se encuentran en proceso de análisis aprobación: CVnCoV (CureVac AG), NVX-CoV2373 (Novavax CZ AS) y Sputnik V/Gam-COVID-Vac (Gamaleya).

La aprobación de las vacunas para su comercialización asegura que se han realizado todos los estudios necesarios y que se cumplen todos los criterios de seguridad establecidos para el uso de vacunas en humanos. La diferencia entre el procedimiento clásico y el de emergencia radica en la presentación de todos los ensayos realizados. En el procedimiento clásico, todos los estudios y ensayos de todas las fases clínicas tienen que estar finalizados antes de que la EMA empiece a estudiarlos. En el procedimiento de emergencia, los resultados de los ensayos se van analizando a medida que se obtienen, y solo se aprueban cuando se han observado criterios suficientes para acreditar determinada eficacia y seguridad. Por eso, los resultados presentados por las propias farmacéuticas respecto a su eficacia pueden variar con el tiempo. Una vez aprobada una vacuna, los resultados que se obtienen de la población vacunada se incorporan a los estudios previos y siguen siendo analizados por los organismos competentes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha registrado la administración de más de 200 millones de dosis frente al SARS-CoV-2 en los primeros dos meses desde la aprobación de la primera vacuna. ■

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

– Covid-19 vaccines: authorised. Disponible en: https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/public-health-threats/coronavirus-disease-covid-19/treatments-vaccines/vaccines-covid-19/covid-19-vaccines-authorised. Consultado el 13/03/2021.

– Draft landscape and tracker of COVID-19 candidate vaccines. Disponible en: https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines. Consultado el 12/03/2021

– Cronología de la respuesta de la OMS a la COVID-19. Última actualización: 29 de enero de 2021. Disponible en https://www.who.int/es/news/item/29-06-2020-covidtimeline. Consultado el 6/03/2021.

– Callaway, E. The race for coronavirus vaccines. Nature, vol 580, 576-577, 30 april 2020. Disponible en: https://media.nature.com/original/magazine-assets/d41586-020-01221-y/d41586-020-01221-y.pdf. Consultado el 7/03/2021.



Seguridad de vuelo: otras perspectivas

Pablo Guillén García
General del Ejército del Aire

Nadie duda a estas alturas que la seguridad en vuelo ha de ser un concepto basado en la disciplina, el conocimiento y el rigor de la aplicación de los métodos. Y que estos elementos deben ser aplicados de forma sistemática, sin dejar hueco a la improvisación y mediante técnicas contrastadas de gestión de la seguridad en las operaciones aéreas. Por ello, los términos PROPAA, PPAA, CRM, ORM… son de aparición frecuente en toda la colección normativa del Ejército del Aire, lo que pone de manifiesto su relevancia y la preocupación y prioridad que el mando concede a la seguridad en dichas operaciones aéreas.

En definitiva, todos conocemos que el fin último de esta disciplina es tratar de romper la cadena de errores o circunstancias que puedan llegar a desencadenar un incidente o un accidente aéreo.

Los accidentes e incidentes asociados a la actividad aérea (y por extensión con cualquier otra actividad relacionada, como paracaidismo, manejo de armamento, etc.) pueden suponer pérdidas inaceptables en lo material e insustituibles en lo personal. Por ello, cualquier elemento adicional en la lucha por la seguridad en las operaciones es bienvenido si puede contribuir, aunque sea mínimamente, a este fin. Entonces, ¿por qué no considerar en beneficio de esa seguridad algo tan inherente a la condición humana como son las «percepciones»?

Hace ya muchos años, durante un festival aéreo en el que participaba como piloto demostrador de mi unidad, tuvo lugar un accidente aéreo que costó la vida a dos personas. Cuando ocurrió el fatal desenlace, no pude evitar tener la sensación de que «presagiaba» que aquello podía ocurrir. Tras analizar los hechos, concluí que debió haber una serie de indicadores que alertaron a mi subconsciente de que era posible que aquello sucediera, pero ni siquiera ahora sabría explicar cuáles fueron exactamente esos indicadores. No voy a dar más detalles aquí de aquellos hechos por razones obvias, pero esa misma sensación se me ha repetido en alguna otra ocasión, en mayor o menor medida, tras otros incidentes.

Todos estamos familiarizados con términos como la «intuición», la «corazonada», el «presentimiento». Son esos elementos, ajenos a la razón, que parecen anticiparnos el resultado de una acción sin que se le atribuya una reflexión previa. Es en este ámbito donde puede desarrollarse la sensación de que «algo puede salir mal».



La intuición se define en nuestro diccionario como «la habilidad para conocer, comprender o percibir algo de manera clara e inmediata, sin la intervención de la razón».

De todos es sabido que nuestro subconsciente rige buena parte, por no decir la mayoría, de nuestros procesos mentales. La intuición no está basada en procesos conscientes, reflexivos, sino que se apoya en la experiencia y en los procesos subconscientes de la mente. Es tanto como decir que tenemos la capacidad de anticipar un resultado a nuestras acciones basándonos en una «corazonada», que no es sino la consecuencia de lo aprendido en situaciones experimentadas con anterioridad, extrapoladas de forma inconsciente al momento actual.

En definitiva, la intuición se alimenta a base de reconocer de forma inconsciente una situación y asociarla con una situación equivalente del pasado, de forma que nos ayude a resolver la actual tomando como referencia esa experiencia anterior. Y todo ello sin un proceso de análisis voluntario.

Es por ello que, cuanta mayor experiencia se tiene en un ámbito, más acertado puede ser el proceso intuitivo que anticipa un resultado. Es esa sensación de que algo puede salir bien o mal, sin que exista un motivo aparente que apunte a ello. No es científico, pero lo aplicamos sin darnos cuenta en todos los aspectos de la vida y reporta enormes beneficios a aquellos que se educan en escuchar esa voz.

Por tanto, no se puede decir que sea un proceso estéril, porque la intuición ha permitido desarrollar miles de inventos, descubrimientos, innovaciones, etc., y permitirá continuar haciéndolo en el futuro. No es una herramienta, ni es un proceso científico o sistemático. Pero no me cabe duda de que la intuición y la lógica racional se complementan perfectamente.

Y el mejor alimento para la intuición es la experiencia. Propia, o la que seamos capaces de asimilar de otras personas. Por ello, en seguridad en vuelo, resulta fundamental compartir las experiencias personales, de modo que los más inexpertos puedan crear su propia «base de datos» de vivencias a las que recurrir para reforzar las intuiciones propias. Y no solo de hechos objetivos, que por supuesto también, sino de todos aquellos aspectos perceptivos que pueden influir en el desarrollo de los acontecimientos.

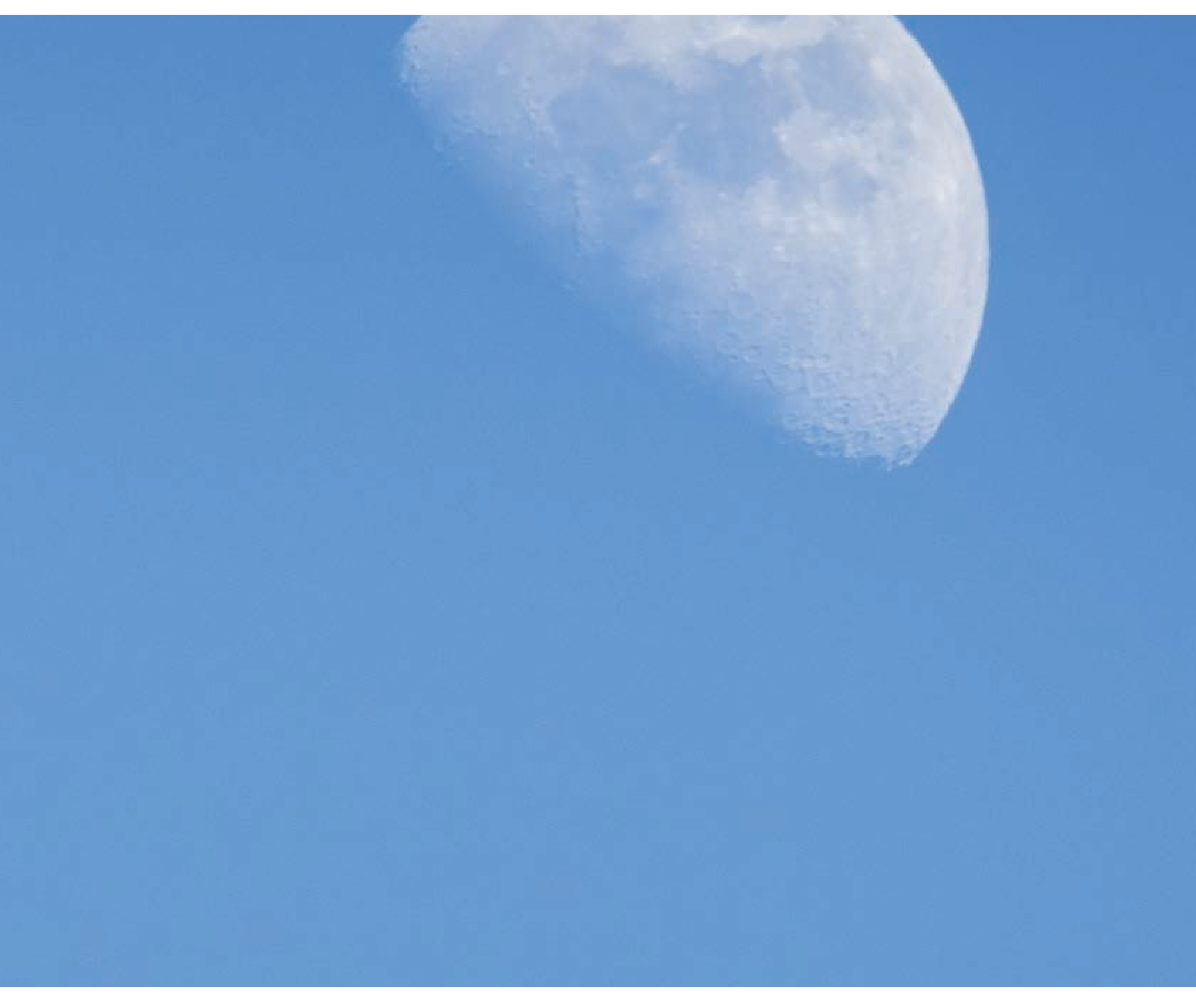
Como ejemplo, podemos citar el impacto que puede tener en las operaciones algo tan sutil como es el estado de ánimo. El estrecho contacto personal que se tiene en las unidades de Fuerzas Aéreas, sobre todo durante el preceptivo proceso de preparación y acciones previas al vuelo, pueden darnos pistas, a veces muy sutiles, sobre la disposición anímica de aquellos con los que se va a compartir la misión. No es infrecuente que un estado de ánimo alterado (euforia, tristeza…), por cualquier circunstancia relativa



o ajena a la actividad aeronáutica, pueda ser percibido por alguno de los participantes como un elemento distorsionador, y que esa circunstancia pueda acabar siendo un factor de riesgo en la misión. Es ese «parecía que no estaba muy centrado…», «me pareció un poco ausente en el *briefing*...». Percepciones muchas veces subjetivas que, aunque puedan ser disimuladas (incluso a veces pasar desapercibidas para el propio afectado), pueden alertar la intuición del que observa. No pasa nada si se pierde un minuto en analizarlas, valorarlas, incluso comentarlas con la persona presuntamente afectada, si con ello rompemos la cadena de circunstancias que pueden desembocar en un accidente. Y aunque la misión siga finalmente adelante, al menos habremos alertado a esa persona sobre tal percepción y, por tanto, sobre esa posible debilidad.

En definitiva, y aunque en ningún caso se propone sustituir los procedimientos que han contrastado su eficacia en aumentar la seguridad en vuelo, se propone no despreciar nunca aquellos otros elementos menos científicos pero que, como se ha dicho, son inherentes a la esencia humana, tales como la intuición. Una intuición que puede ser el resultado de un proceso inconsciente, pero sin duda alguna, basada en la experiencia y en la capacidad de anticipar de forma inconsciente un resultado. ■

Sacando músculo. (Imagen: Sergio Ruiz González. Premios EA 2017)



El valor de una vida aviadora

Un experiencia personal

Ignacio Redondo Rodríguez
Suboficial mayor del Ejército del Aire

Bastaría apoyarse en unas cuantas referencias bibliográficas, mezclarlas con cualquier otro concepto de actualidad (por ejemplo el liderazgo) y presentarlas bajo el epígrafe de «novedoso» para tener redactado un artículo que permitiese pasar al que lo escribe, incluso, por intelectual. Pero al hacerlo se traicionaría la propia forma de ser, y de comportamiento con el resto de compañeros, en la forma recíproca que cada uno espera de los demás.

Cada sociedad escoge entre lo que la naturaleza le impone aquello que le permite vivir con la menor dificultad. Estas elecciones reunidas y conocidas por todos; es decir, que tienen valor en sí mismas porque nos benefician, forman un conjunto de valores. Por ello, al hablar de valores nunca se puede incluir una referencia monetaria pues nos obligaría a caer en el absurdo. Un litro de agua y un kilo de oro pesan lo mismo, pero el agua es vida, nosotros somos agua. Se debe cuidar el agua y no el oro. Esto ya nos lo advirtió un tal rey Midas y tuvo que pagar por ello el precio de su mayor valor. Lamentablemente la sociedad actual demanda oro aunque para ello tenga que envenenar el agua y matar a muchos de sus hijos. Decía A. Machado que: «Solo el necio confunde valor y precio» y una de las pocas cosas donde se aplica valor, es el escaso tiempo de que disponemos en esta sociedad para pensar, escribir, etc…

Hay veces en la vida que uno tiene que saltar al vacío. Normalmente lo hacemos sin problemas apoyados en nuestra ignorancia. Otras necesitamos que los padres o el Estado aseguren o amortigüen el golpe. La buena experiencia consiste en contar a los demás que la mayoría de las veces caímos –como trapecista precavido– en la red.

Mi abuelo fue mecánico, mi padre también y yo me crié en la casa que, casualmente, estaba sobre el taller familiar. El Madrid industrial pesó sobre mi elección, pero cuando me regalaron mi primer avión de juguete (un Super Constellation EC-AIN) creo que ya se definieron mis siguientes pasos.

Aunque inicié mi camino desde los aviones de caza, disfruté el mundo del transporte VIP. Conocí la pista, los hangares, las oficinas de calidad y los almacenes de abastecimiento. No quedó un resquicio de las aeronaves que no ocupase mi atención. Pero además de las máquinas me llegó el momento en el cual decidí que era también importante cuidar de las personas y así logré una verdadera ventaja: conociendo a los demás aprendí a conocerme a mí mismo. Por todo lo dicho anteriormente me atrevo a comentar tres valores que considero importantes.



SOMOS DIFERENTES; PERO TENEMOS UNA MISIÓN QUE CUMPLIR

Be my wing-man. No existen valores en el vacío. Escogimos un liderazgo basado en valores, pero estos se predican sobre un objetivo. Un padre bosquimano enseña a su hijo a buscar agua en un desierto y el fin de toda esa transmisión oral durante generaciones no es otro que el de preservar la vida.

Nosotros trabajamos con valores para aportar a los españoles seguridad y defensa. Esa simple frase nos da sentido. El verbo aportar lleva implícita una dimensión de cooperación, de compromiso. Cuando uno verdaderamente aporta es cuando se da a los demás. Son los españoles los receptores de nuestro esfuerzo; españoles que se concretan en familia, amigos, conocidos… y en el gran regalo de todos los que podemos llegar a conocer. Por mucho que uno sea punta de lanza hace falta también del asta que la emboque y del regatón que la afirme. En verdad para que una lanza avance hace falta de toda una nación empujando. Siempre un nosotros como sujeto y los españoles como objeto indirecto. Siguiendo el análisis sintáctico encontramos como objeto directo aquello que precisa la acción a realizar. Seguridad y Defensa serán los dos conceptos a trabajar durante todo nuestra vida aeronáutica y aparecerán también otros complementos camuflados bajo múltiples circunstancias. Personas y misión; la misión y las personas son partes indisolubles de un todo donde primar una siempre va en demérito de la otra. Los valores se sustentan sobre ambas en una suerte de delicado equilibrio.

Cuando un aviador te dice *be my wingman* en verdad te requiere para algo más que la mera función de copiloto o de punto. Mantiene también una esencia casi de colega, de hermandad de sangre, de esfuerzo. Hacia arriba y hacia abajo pues mandos y subordinados compartimos el mismo objetivo mencionado anteriormente. En nuestro trabajo no es necesario hacer amigos pero sí compañeros. La cohesión multiplica la moral de combate y un buen liderazgo necesita también de buenos mimbres. Juntos, conscientes, entrelazados. Así se cumple la misión.

PON EN TUS DOCENAS TRECE HUEVOS

Una buena aportación implica que el resto de compañeros siente que el monto total ha crecido tras la misma. Esto, que no concuerda mucho con el mundo político-empresarial actual, define la peculiar relación del militar con su trabajo. Nadie discutirá cuando afirmemos que una docena se componga de doce huevos, pero tampoco se quejará si recibe en su lugar trece. Ese huevo de más es lo inesperado, lo que hace brillar el valor de lo aportado, el lugar donde esfuerzo y mérito confluyen. A los compañeros se debe ofertar lo que se puede y más. Al igual que a la familia pues la coherencia ha de encontrarse dentro y fuera del lugar de trabajo.

El liderazgo necesita de la aportación, dar más de lo que se espera. Habrá momento donde sea necesario incluso aportar la vida. La vida se aporta, no se entrega. Entregar la vida asume casi un significado de pago de deuda, sin embargo al aportarla, manifestamos que la dación será voluntaria pensando en el beneficio de otros. Pocas serán las oportunidades que deberán ser inscritas en páginas de heroísmo, pero si esa ocasión llegase, habría que recordar que un día juramos ser soldados y nos pedirán comportarnos como tales.

Frente a esta situación, la dureza de lo cotidiano. No es necesario escalar el Himalaya, solo poquito a poquito, y con el siguiente paso, avanzar cada día. Es el método Kaizen, invento americano atribuido a japoneses. La mezcla de inteligencia emocional y racional sin agobios. Confluyen así persona, trabajo y tiempo y sorpresivamente, ese huevo de más aparece casi como por arte de magia. Podemos organizarnos mejor en todo momento y muchas veces la única excusa para no hacerlo es la falta de madurez que nos impide la visión a largo plazo.





PREPARACIÓN, PREPARACIÓN, PREPARACIÓN

Y para poder liderar a los demás habrá que empezar por liderarse a uno mismo. Se necesita preparación para ser soldado, para ser padre, para ser amigo, para ser profesor. En definitiva, para ser compañero.

La pólvora modifica al soldado y sustituye la potencia del músculo por la energía química contenida en el proyectil. En el mundo actual todos deben adquirir una enorme capacidad tecnológica y mental para descifrar y manejar un mundo complejo en razón de la velocidad del cambio. Pero aunque la tecnología domine los combates perviven también las antiguas esencias. Para un soldado siempre será necesario mantener y cuidar la condición física además de desarrollar la resiliencia a nivel anímico, pues en un frente de combate se puede vivir unos días sin agua pero no sin pólvora. El euro que malgastemos en tiros fallidos será la venda que falte en un hospital. El esquema que no estudiemos será el que utilice nuestro enemigo para someternos. A esa preparación para el combate la llamaremos instrucción y nos garantiza que, además de la reducción del egocentrismo, no nos autoinflijamos muchos daños.

La preparación personal afecta a nuestro entorno social. El soldado del primer mundo ha de tener todos los papeles administrativamente preparados, pues la burocracia nos afecta de la cuna a la tumba. La preocupación por una herencia, la enfermedad de un familiar, la cartilla de vacunación o la caducidad de un pasaporte pueden mermar cualquier buen planeamiento. Poder disfrutar de una situación de paz durante mucho tiempo nos ha hecho creer la falacia que somos equiparables a cualquier otro funcionario. Frente al estatismo, nuestra capacidad expedicionaria debe ser motivo de orgullo, pues desarrolla ese punto crucial de actitud que nos hace capaces de ubicarnos en cualquier lugar del planeta y de resetear las penas simplemente compartiendo unas cervezas.

CONCLUSIÓN

Al comparar los valores que cada uno asume con la realidad vivida se comprueba que somos un mismo tejido, más unido de lo que a menudo se piensa o intuye. Una frágil tela de araña. Y allí en medio estamos, desconociendo que todos los movimientos quedan registrados en las vibraciones del hilo. Gracias a la conjunción de luces y sombras obtenemos el adecuado contraste. «Hice lo que pude y lo intenté hacer bien», creo que esa será la única frase que podremos alegar en el momento final, para que como dice nuestra Salve Aviadora «si nuestras alas se quiebran al final de nuestro vuelo, antes de llegar al suelo, tus brazos con amor se abran». ■



Acto de entrega de diplomas a los nuevos guías del Museo del Aire



El 11 de marzo se clausuró el último Curso de Guías realizado con el acto de entrega de diplomas a los nuevos guías, así como a aquellos guías en ejercicio que asistieron al curso para reforzar conocimientos.

El acto estuvo presidido por el teniente general Sánchez Ortega, jefe del Servicio Histórico y Cultural del Ejercito del Aíre, acompañado por el presidente de la Asociación Amigos del Museo del Aire (AAMA) general Santos Senra. Debido al gran deterioro de la Carpa del MAA, como consecuencia de la tormenta «Filomena», tuvo lugar en las instalaciones de la Escuela de Técnicas de Mando, Control y Telecomunicaciones (EMACOT).

Se entregaron los diplomas acreditativos de la asistencia al curso a los nuevos guías, así como sus identificaciones personales, chaleco de guía, gorra y pin de la asociación, y el diploma a los guías veteranos que asistieron al curso.

En su intervención, el teniente general Rafael Sánchez-Ortega, felicitó a los nuevos guías y agradeció a la Asociación el trabajo que viene desarrollando desde hace más de 20 años en beneficio del museo, destacando como un ejemplo de la colaboración cívico-militar, así como de espíritu de servicio y amor a España contribuyendo a la divulgación del patrimonio histórico y aeronáutico del museo.

Para concluir el acto, el presidente de la AAMA dirigió unas palabras a los asistentes, en las que además de felicitar a los nuevos guías, expresó su deseo de crecimiento con los nuevos proyectos sociales, en los que ya trabaja la Asociación, agradeciendo a todos los presentes su trabajo y significando que para él era un honor el ser nombrado guía honorario de la asociación.

Proyecto de ciencia en el aeródromo militar de Pollensa



Por parte del Centro Oceanográfico de Baleares del Instituto Español de Oceanografía (COB-IEO) se solicitó al aeródromo militar de Pollensa la posibilidad de contribuir a un proyecto de ciencia ciudadana denominado SECOSTA, cuyo objetivo es implicar a los estudiantes de educación secundaria (ESO) en tareas de investigación que se llevan a cabo en los proyectos SOCLIMPACT, financiado por la Unión Europea, VENOM, y por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

La idea es que los estudiantes construyan un aparato de medida (mareógrafo) y que realicen campañas de recogida de datos con él. Los datos obtenidos serán utilizados por los investigadores en estudios sobre el impacto del cambio climático en las costas de Baleares y el estudio de las variaciones del nivel del mar.

Por ello, en la mañana del 12 de marzo, un grupo de estudiantes de ESO del IES Guillem Cifre de Colonya de Pollensa, con dos profesores del mismo, se personaron en la base para proceder a la instalación de un mareógrafo construido por ellos con el que registrarán las variaciones del nivel del mar en la bahía de Pollensa. Esto es una clara muestra del compromiso, tanto del Ejército del Aire como de la comunidad balear, en la lucha por contener los efectos del cambio climático en Baleares y de apoyar la integración de nuestros estudiantes en esta lucha para preservar el medioambiente.

Instrucción en tiempos de pandemia



El curso 2020/21 en la Academia General del Aire se está desarrollando en constante lucha diaria contra la COVID-19, al igual que sucede en el resto de los ámbitos de nuestra sociedad. Cuarentenas, distancias de seguridad, grupos estancos, clases *on line*, etc., son unas cuantas de las medidas tomadas para hacer frente al virus y que suponen un cambio radical en la forma de hacer de años anteriores.

No obstante, se siguen realizando las labores de instrucción fundamentales en la formación militar de los futuros oficiales del Ejército del Aire. Así, el 19 de febrero se efectuó una marcha de endurecimiento entre la base de los Alcázares y San Ginés. Mientras los alumnos del primer y segundo curso lo hacían en este sentido, los de tercero y cuarto lo hacían en el contrario (San Ginés los Alcázares). Un reto logístico para asegurar la estanqueidad de los grupos y el mantenimiento de las medidas anticontagio.

Lejos de llegar a desvirtuar la formación militar por el virus, la ilusión con la que se afronta la etapa inicial de instrucción de los recién ingresados en la Academia se acrecienta por lo que, haciendo uso de la imaginación, como es el caso de la marcha, se logra cumplimentar el plan de formación establecido, de forma diferente, pero con las mismas ganas de todos los años.

De esta manera, la Academia General del Aire continúa con el cumplimiento de la misión encomendada, que no es otra que la formación de los futuros oficiales del Ejército del Aire como servidores públicos, que se enfrenten con decisión a las amenazas a la seguridad de nuestra nación, sin importarle su naturaleza, generando esa confianza en el pueblo español puesta de manifiesto últimamente durante la Operación Balmis.



El GJMALOG visita la base aérea de Getafe y ala 35



El 11 de marzo el general jefe del Mando de Apoyo Logístico, teniente general del Ejército del Aire Ignacio Bengoechea Martí, realizó una visita a la base aérea de Getafe y Ala 35, donde mantuvo una reunión de trabajo sobre los aspectos más destacados del sistema de armas T-21.

Durante la visita el general pudo comprobar de primera mano las instalaciones de la base aérea de Getafe y Ala 35, prestando atención a las demandas sobre temas de interés relativos al funcionamiento de la unidad.

Después de la reunión de trabajo y de la fotografía grupal en el Junkers 52 el GJMALOG firmó en el libro de honor.

Visita de trabajo del general director de Sostenimiento y Apoyo Logístico Operativo al CECAF



El 25 de febrero, el general de división José Luis Pardo Jario, general director de Sostenimiento y Apoyo Logístico Operativo (DSO) del Mando del Apoyo Logístico (MALOG), junto con el general de brigada Jaime Martorell Delgado, subdirector de Gestión de Armamento y Material (SUGAM) realizaron una vista de trabajo al Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF), para conocer de primera mano las misiones y particularidades de esta Unidad.

El coronel jefe del CECAF, Fernando Sánchez-Arjona Lamparero, realizó una presentación sobre la unidad, en la cual expuso la importancia estratégica que para el Ejército del Aire tiene el CECAF, dada la gran variedad de misiones que realiza en los ámbitos cartográfico-fotográfico, aéreo y docente, resaltando la elevada capacidad técnica de su personal y el excelente trabajo en equipo que el Grupo de Cartografía y Fotografía y el de Fuerzas Aéreas, realizan desde sus respectivas ubicaciones en las bases aéreas de Cuatro Vientos y Getafe.

Posteriormente, se visitaron algunas de las dependencias del Grupo de Cartografía y Fotografía (Fotogrametría y Topografía, Cartografía Aeronáutica y Cartografía General), para seguidamente desplazarse a las instalaciones que el centro posee en la base aérea de Getafe, donde se había preparado una exposición estática de los sistemas de armas operados por la unidad (TR20, TR19 y U22). Allí, el general de división José Luis Pardo Jario y sus acompañantes, recibieron explicaciones sobre la misión y características de estos sistemas de armas, y en particular sobre la cámara fotogramétrica digital Ultracam Eagle, haciéndose especial hincapié en la estrecha relación existente entre las misiones de los dos grupos de la unidad, pese a su diferente ubicación (Cuatro Vientos y Getafe), como por ejemplo ocurre en el caso de la elaboración de productos cartográficos gracias a las imágenes obtenidas en los vuelos fotogramétricos o en el de la certificación en vuelo de los diseños de procedimientos instrumentales para la navegación.

Ejercicio Lucex en el polígono de tiro de Bardenas

El 3 de marzo se desarrolló el ejercicio Lucex 21-01, que tiene como finalidad el adiestramiento de los controladores aéreos JTAC (siglas en inglés de Joint Terminal Air Controller) y las unidades, en operaciones aéreas de apoyo cercano a fuerzas de superficie.

Participaron aeronaves F.18 de las Alas 12 (base aérea de Torrejón) y 15 (base aérea de Zaragoza), Eurofighter del Ala 14 (base aérea de Albacete), C-101 de la base aérea de Matacán (Salamanca) y un helicóptero Tigre del Batallón de Helicópteros de Ataque I, con base en Almagro (Ciudad Real). Con ellos, los equipos TACP (Taltical Air Control Party) del Escuadrón de Zapadores Paracaidistas (EZAPAC), en los que se han integrado los JTAC pertenecientes a diversas unidades, además de evaluadores e instructores de la Escuela Militar de Paracaidismo de Alcantarilla (Murcia), donde se ubica el centro homologado por la OTAN para la formación y calificación de los JTAC. Como fuerzas de oposición han intervenido las baterías de misiles antiaéreos Mistral de la Brigada Paracaidista y la Brigada Aragón del Ejército de Tierra.

El ejercicio se ha desarrollado en dos escenarios simultáneos: el primero en el polígono de tiro de Bardenas, donde se ha realizado el lanzamiento de armamento de



prácticas y el tiro de cañón desde las aeronaves; y un segundo escenario que, en esta ocasión, se ha establecido al norte de la sierra de Alcubierre, en la provincia de Huesca, donde se instalaron varios blancos hinchables que simulaban los objetivos a localizar y señalizar por los JTAC.

El planeamiento y conducción del ejercicio lo ha llevado a cabo la Sección de Adiestramiento y Evaluación y el Centro de Operaciones Aéreas del Cuartel General del Mando Aéreo de Combate, ubicados en la base aérea de Torrejón.

El Rey Felipe VI visita el Grupo de Escuelas de Matacán

El 9 de marzo, su majestad el rey Felipe VI visitó el Grupo de Escuela de Matacán en Salamanca.

A su llegada fue recibido por el jefe de Estado Mayor del Ejército del Aire, general del aire Javier Salto Martínez-Avial, acompañado por el jefe de la unidad, coronel Carlos María Bernardo Anaya.

Tras asistir a una conferencia informativa sobre las capacidades de la unidad, a cargo del coronel Bernardo Anaya, en el salón de actos de la Escuela de Tránsito Aéreo, el Rey visitó la Escuela Militar de Sistemas Aéreos no Tripulados, donde pudo presenciar una demostración de los simuladores RPAS (siglas en inglés de Remotely Piloted Aircraft System) y en especial de uno de ellos que, encuadrado en el proyecto de base aérea conectada sostenible e inteligente (BACSI), permitirá la formación interactiva de controladores aéreos con un coste mínimo.

A continuación se trasladó a la Escuela Militar de Transporte y Grupo de Adiestramiento, donde se reunió y conversó con alumnos procedentes, tanto de la Academia General del Aire como de la Armada y Guardia Civil, que cursan en la titulación de piloto de transporte, para dirigirse posteriormente al Grupo de Material, con el fin de asistir a una exposición estática de material RPAS empleado en esta escuela.

Antes de concluir la visita se procedió a la inauguración de un avión ornamental C-101 ubicado en la entrada de la base junto a los ya existentes. Por último su majestad quiso mantener un encuentro informal con el personal de la unidad para posteriormente dan por finalizada esta visita.

¿Sabías que...?

• CURSOS DE FORMACIÓN PROFESIONAL PARA EL EMPLEO, DIRIGIDOS A LOS MILITARES DE TROPA Y MARINERÍA CON COMPROMISO TEMPORAL CON LAS FUERZAS ARMADAS PARA EL AÑO 2021. Convocados por Resolución 452/02283/21, de 10 de febrero de 2021, del DIGEREM. BOD n.° 32.
El objetivo es proporcionar a los MTM y RED participantes aquellos conocimientos y competencias profesionales requeridas en el ámbito laboral civil que faciliten su inserción en el mundo laboral. Los contenidos de estos módulos de Formación Complementaria se publicaron en la web del SEPE, pudiendo consultarse a través de los siguientes enlaces:

Inserción Laboral y Técnicas de Búsqueda de Empleo:
https://sede.sepe.gob.es/es/portaltrabaja/resources/pdf/especialidades/FCOO01.pdf

Prevención de Riesgos Laborales:
https://sede.sepe.gob.es/es/portaltrabaja/resources/pdf/especialidades/FCOO01.pdf

Las normas para el desarrollo de los cursos se pueden consultar accediendo a la web de SAPROMIL, a través del Área de Formación, sección de Ayudas a la Formación.

https://www.defensa.gob.es/sapromil/Galerias/ficherosmasinformacion/Contenidos_2020/Normas_Cursos_DIGEREM_2021_firmadas.pdf

• ENTREGA DE LOS PREMIOS DEL VII CONCURSO LITERARIO ESCOLAR «CARTA A UN MILITAR ESPAÑOL». La ministra de Defensa, Margarita Robles, entregó el 26 de febrero los premios literarios escolares «Carta a un militar español 2020». Se trata de un certamen anual convocado para difundir la labor de las Fuerzas Armadas entre los jóvenes. Este año han participado 497 centros docentes y más de 11 000 estudiantes. El ganador del Primer Premio de esta edición, dedicada a la Tecnología y la Innovación, con el tema «Aliados de la Innovación», ha sido Álvaro Cardeña Cabero, alumno de 2.° de Bachillerato del Colegio Sagrado Corazón, Corazonistas de Vitoria-Gasteiz.

• FIRMADO PROTOCOLO GENERAL DE ACTUACIONES ENTRE EL EJÉRCITO DEL AIRE Y EL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS AERONÁUTICOS DE ESPAÑA, EN RELACIÓN CON EL PROYECTO BACSI, BASE AÉREA CONECTADA, SOSTENIBLE E INTELIGENTE. El 4 de febrero el jefe de Estado Mayor del Ejército del Aire, general del aire Javier Salto Martínez-Avial, y la decana del Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España (COIAE), Estefanía Matesanz Romero, firmaron el protocolo general de actuaciones dirigidas a realizar actividades de colaboración en el ámbito del proyecto de la Base Aérea Conectada, Sostenible e Inteligente.
El objetivo del Proyecto BACSI es aumentar la eficacia, productividad, eficiencia y sostenibilidad de las bases aéreas. Esta iniciativa del COIAE se enmarca en el área funcional del Sostenimiento 4.0 de dicho Proyecto.

• FIRMADO PROTOCOLO GENERAL DE ACTUACIONES ENTRE EL EJÉRCITO DEL AIRE Y ARCELORMITTAL INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN E INVERSIÓN, EN RELACIÓN CON EL PROYECTO BACSI, BASE AÉREA CONECTADA, SOSTENIBLE E INTELIGENTE. Firmado el 24 de febrero con el director mundial de Operaciones de I+D de ArcelorMittal Innovación, Investigación e Inversión, Nicolás de Abajo Martínez, este protocolo tiene por objeto amparar las actividades de intercambio de información, medios e instalaciones que permitan desarrollar convenios específicos en áreas de mutuo interés dentro del Proyecto BACSI. Concretamente en las Áreas Funcionales de Conectividad Global (AF1) y de Sostenimiento 4.0 (AF6).

• CONVENIO DEL ISFAS CON EL SERVICIO DE SALUD DE LAS ISLAS BALEARES. Publicado por Resolución de 9 de febrero de 2021, de la Subsecretaría, el Convenio entre la Mutualidad General de Funcionarios Civiles del Estado, el Instituto Social de las Fuerzas Armadas, la Mutualidad General Judicial y el Servicio de Salud de las Islas Baleares, para la integración del colectivo de sus titulares y beneficiarios en el sistema de receta electrónica. BOD n.° 33, de 18 de febrero de 2021.

https://www.boe.es/boe/dias/2021/02/15/pdfs/BOE-A-2021-2296.pdf

• CONVENIO ENTRE LA FUNDACIÓN DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS E INTERNACIONALES Y EL MINISTERIO DE DEFENSA. Publicado por Resolución 420/38049/2021, de 18 de febrero, de SEGENTE, BOD n.° 45.
El objeto de este convenio es el desarrollo de actividades conjuntas para mejorar la formación y fomentar el liderazgo, así como la difusión de la cultura de seguridad y defensa, las cuales consistirán, entre otras, en la realización de prácticas académicas externas de los estudiantes de Máster de Diplomacia, Liderazgo e Inteligencia de la FESEI, en unidades, centros y organismos del EMAD, tanto en territorio nacional como en zonas de operaciones, así como en la participación del personal del EMAD en posgrados y otras actividades docentes organizadas por la FESEI.



Cine, aviación y espacio

Manuel González Álvarez

Historiador



Ficha tcnica de Zeppelin

Director: Etienne PrierGuionistas: Arthur Rowe, Donald Churchill (Historia: Owen Crump) Productora:Warner Bros Picture Msica: Roy Budd HFotografa: Alan Hume Protagonistas: Michael York, Elke Sommer,Peter Carsten, Marius GoringPas: Reino UnidoAo: 1971Duracin: 97 min.

Con Zeppelin, dirigido por Etienne Perier, nos sumergimos de lleno en un arma de guerra totalmente revolucionaria para su época a la par que controvertida y compleja. En la película, que data de 1971, se narra una historia de ficción inspirada en la novedad y el uso de los zeppelines durante la Primera Guerra Mundial por parte de los alemanes. Sus personajes principales, obviando los evidentemente históricos como el Conde Zeppelin, son totalmente ficticios. Sin embargo, el zepelín LZ36 protagonista en el film sí existió en la realidad, aunque su historia es muy diferente a la que nos relatan en la cinta.

La película nos ofrece una historia bélica con el colosal invento como pieza central y el interés de la inteligencia británica por descubrir más sobre estos ingenios que eran capaces de convertir el suelo inglés en vulnerable. Con tal fin envían a un espía con sangre alemana, interpretado por Michael York, para que intente entrar a formar parte del equipo que probará un nuevo zepelín en Friedrichshafen y que, al parecer, es muy novedoso en su diseño.

LOS PRIMEROS COLOSOS DEL AIRE

Provenían del mundo civil y fueron mitificados por el público en general debido a la catástrofe sufrida por el Hindenburg en 1937. Sin embargo, los zepelines constituyeron una

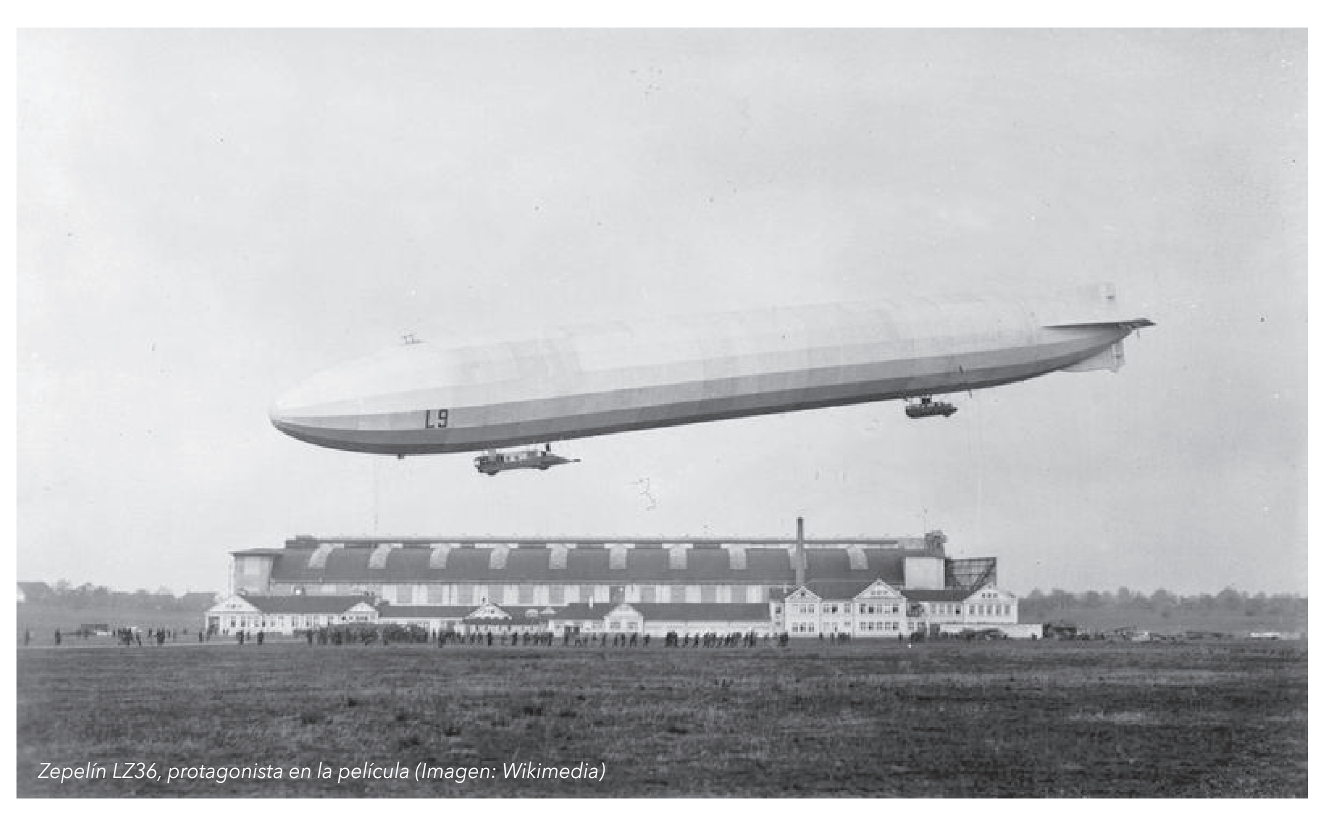
novedosa arma de guerra para la Alemania imperial durante la Primera Guerra Mundial. En un mundo donde la aviación no estaba plenamente desarrollada y las limitaciones técnicas hacían muy difícil atacar suelo inglés muchos mandos alemanes confiaban en que se convirtiesen en el arma definitiva para contrarrestar la potencia de la Marina Real Británica y su incipiente arma aérea. El famoso escritor de ciencia ficción Herbert George Wells predijo su utilización en una hipotética guerra, teniendo el papel de terroríficos bombarderos capaces de destruir flotas y ciudades enteras.

En la realidad su poder fue más limitado, aunque no dejó de ser espectacular. Los alemanes, además, contaban con una industria muy avanzada en este campo, por lo que no es de extrañar que durante la primera conflagración mundial se convirtiesen en los señores por excelencia de los zepelines. Su diseño fluctuó mucho a lo largo de la contienda, mejorándose constantemente para pasar de primitivos globos con forma alargada hasta lo que hoy conocemos como zepelín propiamente dicho. Cambió desde su forma, pasando a ser más aerodinámica, hasta sus materiales de fabricación pasando por evidentes mejoras para las tripulaciones. Las cabinas para tripulaciones y pasajeros pasaron de ser exteriores a colocarse en su interior y se llegó a utilizar el agua de refrigeración de los motores para calentar las estancias internas. Su bajo límite de altitud en vuelo hacía que no fuese necesaria la presurización de las cabinas y los compartimentos exteriores, siendo a la vez lo suficientemente elevado como para evitar que los aviones de la época y los cañones antiaéreos los alcanzasen.

El zepelín objeto de la película, el LZ36, fue el primero que incorporó mejoras sustanciales en sus motores, que le daban más velocidad y maniobrabilidad pero, sobre todo, fue el primero en introducir dos cabinas conectadas a través del fuselaje interno de la aeronave.

A pesar de sus ventajas, eran aeronaves muy lentas y vulnerables a la climatología, siendo esta última cuestión la que más limitaría su uso. Tanto la Marina Imperial Alemana como el Ejército Imperial Alemán los utilizaron ampliamente aunque de forma independiente. Llevaron a cabo principalmente acciones de bombardeo sobre suelo inglés, aunque su uso más ventajoso fue como unidades de reconocimiento y designación de objetivos navales. De hecho, una de las curiosidades más llamativas es el Spähkorb, cesta de espionaje en alemán, una especie de cabina que descendía hasta un kilómetro por debajo del aparato y que estaba equipada con cable telefónico para poder dar novedades de reconocimiento a la aeronave.

Ya durante la guerra la evolución de la aviación militar constituyó el principio del ocaso de estos gigantes que, a pesar de haber nacido como un arma estratégica, su contribución fue menguando en términos de eficiencia durante el conflicto, siendo declarados obsoletos para la guerra por los alemanes y con un uso muy limitado aunque efectivo en las costas de Estados Unidos por parte de su Armada.. ■



Zepelín LZ36, protagonista en la película (Imagen: Wikimedia)

Nuestro museo

Juan Ayuso Puente
Coronel del Ejército del Aire

GRANDES VUELOS DE LA AVIACIÓN ESPAÑOLA (I)

Ponemos de nuevo «los motores en marcha» autorizados hacia una nueva entrega sobre los aviones de nuestro hangar n.º 1. Nos dirigimos hacia la última sala, dedicada a los Grandes Vuelos de la Aviación española durante la década comprendida entre 1926, finalizada la pacificación de las acciones aéreas en el protectorado de Marruecos y julio de 1936, inicio de la Guerra Civil española.

Debemos hacer una pausa para analizar el momento histórico durante el que se van a realizar los grandes vuelos de nuestra aviación.

Terminada la Gran Guerra en noviembre de 1918, más tarde conocida como la Primera Guerra Mundial, el desarrollo de la aviación fue espectacular, se dispuso a nivel mundial de una época de paz. Bien es verdad, que existían problemas localizados, adormecidos y enquistados que más tarde provocarían, entre otros conflictos, nuestra Guerra Civil (1936) y un nuevo conflicto mundial (1939).

Pero el hecho claro es que esta situación de postguerra, con medios, pilotos y euforia por la paz, desembocó en el mundo de la aviación en un fuerte afán, aprovechando el desarrollo que iba alcanzando la misma, de conseguir nuevos retos, nuevos record a nivel mundial.

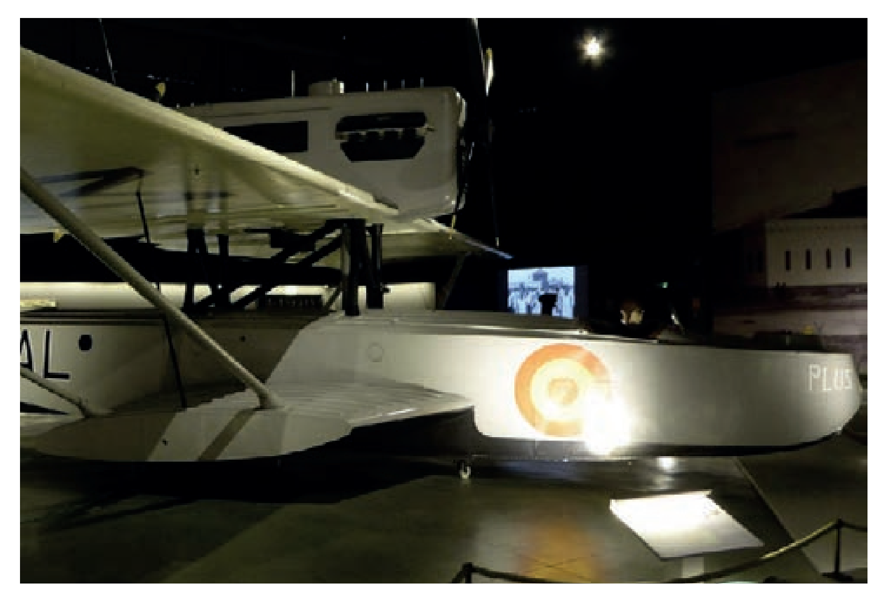
Me refiero al espíritu conquistador basado en el de la locución latina *citius, altius, fortius* (más rápido, más alto, más fuerte), frase que fue pronunciada por el barón Pierre de Coubertin en la inauguración de los primeros Juegos Olímpicos de la Edad Moderna en Atenas, año 1896, sustituyendo, en el caso de aquella aviación de 17 años de edad, el «más fuerte (*fortius*)» por el «más lejos».

La historia de la aviación está llena de hombres y mujeres que han arriesgado y perdido sus vidas por el sueño de viajar más lejos, más alto y más rápido y a los cuales debemos agradecer su empeño, osadía y pericia, ya que sin esta actitud no se habría alcanzado el actual desarrollo de la aviación y que hubiera sido simplemente imposible sin sus hazañas.

España, al no participar en la Primera Guerra Mundial, no siguió exactamente los pasos de desarrollo que la contienda exigió a los países beligerantes. No obstante, y en cuanto se pudo, al finalizar las acciones aéreas en el norte de África (1926) junto al periodo de paz del que se disfrutó hasta 1936, España se incorporó con entusiastas fuerzas a esta carrera logrando grandes éxitos aeronáuticos.

La sala que nos ocupa, como ya hemos dicho, presenta los Grandes Vuelos de nuestra aviación entre los años 1926 y 1936 pero, antes de introducirnos de lleno en dicha estancia, debemos hacer un pequeño alto para comentar el túnel-pasillo que nos conduce a ella.

Idea de la Jefatura del SHYCEA en el momento del desarrollo del nuevo diseño del hangar n.º 1 (2016) y realizado por el personal del Museo, constituye un momento de relax en la visita, sobre todo entre el personal visitante más joven, provocando un pequeño sobresalto al ser sorprendidos y «sobrevolados» en la oscuridad por una aeronave con sus luces de posición encendidas y con el sonido de sus motores a un alto nivel de decibelios. Cuando esto ocurre se pueden oír desde cualquier lugar del hangar



El Plus Ultra

los gritos de sorpresa, especialmente de la gente joven, al ser sorprendidos por la «pasada» del avión.

Abandonando el túnel-pasillo desembocamos en la sala propiamente dicha en la que se exponen los aviones que posee el Museo relativos a las hazañas de los Grandes Vuelos españoles. Todas estas son maravillosas réplicas de los aviones con los que se realizaron las gestas excepto uno, el original Jesús del Gran Poder construido en 1928 y que, milagrosamente, se conserva con sus pinturas que adornaban su fuselaje en perfecto estado. Pero veamos en detalle la sala.

Nada más entrar nos encontramos una excelente réplica de un Dornier Do J, más tarde Dornier Do 16 vulgarmente conocido como Wal, ballena en alemán. Este hidroavión, bimotor, fue diseñado a principios de la década de los años veinte del siglo pasado siendo la máquina más importante en aquellos años de la casa alemana Dornier. Dicho modelo se fabricó bajo licencia también en España, Italia, Japón y Países Bajos. En caso concreto de España fue CASA la que en 1926 adquirió la patente para fabricar el Wal en nuestro país.

El vuelo del Plus Ultra (Más Allá), representado aquí con nuestra réplica a tamaño real, fue ideado con el doble objetivo de estudiar las posibilidades de establecer vuelos regulares a través del Atlántico Sur y estrechar los vínculos de amistad con los países hispanoamericanos. Despegó de Palos de la Frontera (Huelva) con rumbo a Buenos Aires el 22 de enero de 1926 llegando a su destino, tras siete etapas, el 10 de febrero a las 12 horas y 27 minutos de la mañana. Su precio fue de 415 432 pesetas de la época.

Este vuelo histórico fue estudiado y planeado por el entonces comandante Ramón Franco y por el capitán Barberán que inicialmente estaba previsto le acompañara. Sin embargo, la tripulación con la que



Tripulación del Plus Ultra

contó finalmente para el viaje estuvo compuesta por el capitán Julio Ruiz de Alda, el teniente de navío Juan Manuel Durán y el mecánico Pablo Rada.

El avión, matriculado M-MWALL, disponía de dos motores Napier Lion de alta compresión, de 450 CV, cada uno, con 12 cilindros en tres bloques de a cuatro, colocados uno detrás del otro, accionando el delantero una hélice tractora, y el posterior una propulsora sobre la sección central del ala. El piloto y el copiloto se sentaban lado a lado, al descubierto.

El vuelo que, desde el punto de vista técnico fue un éxito rotundo, tuvo un recorrido de 10 270 kilómetros en 59 horas y 30 minutos (a una velocidad promedio de 172 km/h) repartidos en las siguientes etapas:

- 22 de enero: Palos-Las Palmas (1300 km.). 8 horas.
- 26 de enero: Las Palmas-Porto Praia (1745 km.) 9 horas y 50 minutos.
- 29 de enero: Porto Praia-Fernando de Noronha (2305 km). 12 horas y 40 minutos. En este salto y necesitando disminuir peso con el objetivo de conseguir el máximo alcance, fue preciso que el alférez de navío Juan Manuel Durán González abandonara el avión e hiciera la siguiente etapa a bordo del destructor Alsedo, reincorporándose en Fernando de Noronha.
- 31 de enero: Fernando de Noronha-Pernambuco (540 km.). 3 horas y 38 minutos.
- 4 de febrero: Pernambuco-Río de Janeiro (2100 km). 12 horas y 15 minutos.
- 9 de febrero: Río de Janeiro-Montevideo (.060 km). 1 hora y 11 minutos.
- 10 de febrero: Montevideo-Buenos Aires (220 km). 44 minutos.

En el trayecto Canarias-Cabo Verde, el Plus Ultra batió los dos records mundiales de hidroaviones, en distancia y en velocidad sobre base de 1500 kilómetros, y en cada uno de los trayectos Cabo Verde-Fernando Noronha, Recife-Río Janeiro y Río Janeiro-Montevideo, batió igualmente los tres records mundiales en distancia y en velocidad sobre base de I500 y 2000 kilómetros, también referentes a hidroaviones.

El cronista del diario argentino *La*

Nación describía los hechos en la edición del jueves 11 de febrero en los siguientes términos: «Estas calles adyacentes, a poco, quedaron materialmente obstruidas: tal era la afluencia de vehículos que pretendían pasar. Y como otra avalancha de vehículos venía del sur, el tráfico en muchos sitios se paralizó completamente. Los agentes de Policía agitaban inútilmente su varita blanca. Por entre los automóviles y los tranvías la multitud se deslizaba, se corría hacia el puerto, con el temor de llegar demasiado tarde…».

El rey Alfonso XIII de España donó el Plus Ultra a la Armada argentina, donde sirvió como avión correo hasta ser retirado del servicio. Actualmente, se exhibe en el complejo museográfico provincial Enrique Udaondo de la ciudad de Luján, Argentina, en el Museo de Transportes en la sala dedicada a las Grandes Travesías. Por este motivo se realizó una réplica de gran calidad que es la que se exhibe en nuestro Museo.



El 10 de febrero de 2001, con motivo del 75 aniversario del vuelo del comandante Franco se revivió aquella hazaña, llegando a Buenos Aires una nueva representación de la aeronáutica española, ahora ya del Ejército del Aire, a bordo del hidroavión UD.13 Canadair CL-215T, matrícula 43-21, indicativo radio AME 4301. Igualmente bautizado Plus Ultra, fue comandado por el entonces comandante Clerencia, completando la tripulación los capitanes pilotos Henkart y Pérez y los mecánicos alférez Navarro y subteniente Argüello.

A dicho vuelo acompañó permanentemente un avión Hercules C-130 del Ala 31 de Zaragoza en el que, además de las labores de apoyo a la navegación, transportaba tres mecánicos más de refuerzo del Grupo 43, el subteniente Fernando, el subteniente Malvárez y el brigada Montanés, y repuesto adicional. Debido a la longitud de alguna de la etapas, y teniendo en cuenta que no era un vuelo indicado para un avión dedicado básicamente a la lucha contra el fuego y no a vuelos de larga distancia, fue precisa la instalación de un Kit Ferry con el objetivo de aumentar la autonomía en dos horas, kit procedente de la empresa fabricante del avión e instalado por la Maestranza Aérea de Albacete (MAESAL).

Finalmente y como curiosidad comentar que la última etapa del UD.13 se programó para la llegada a Buenos Aires el día 10 de febrero, exactamente a las 12:27, es decir, el mismo día y a la misma hora pero 75 años después que lo hiciera el Plus Ultra de Ramón Franco.

Otra curiosidad, esta vez de verdad para terminar, recordar que con motivo del vuelo histórico del Plus Ultra se dedicaron a la gesta y a su tripulación múltiples piezas musicales, desde pasodobles a tangos, entre los que destaca el tango *La gloria del águila*, no tanto por la calidad de su letra o de su música sino porque tuvo la fortuna de ser interpretado por Carlos Gardel. Veamos como muestra la primera estrofa del mismo:

El rey del aire tendió sus alas
Y fue radiando como el sol que al mundo baña
Por la proeza de cuatro hispanos
Que son un timbre más de gloria para España

Nos volvió «a pillar el toro» del espacio y debemos parar motores y aparcar en espera de una nueva ocasión en la que reanudaremos el viaje a través de los Grandes Vuelos, un viaje curioso y apasionante. Hasta entonces un saludo desde la cabina del tiempo que nos permite nuestro Museo. ■

Internet y nuevas tecnologías

Ángel Gómez de Ágreda
Coronel del Ejército del Aire
angel@angelgomezdeagreda.es

ESCRITORES ROBÓTICOS

El síndrome del folio en blanco es la sensación que todos hemos experimentado alguna vez cuando, en el momento de comenzar a redactar cualquier texto, nos hemos enfrentado a las infinitas posibilidades que se ofrecen. El papel está ahí, ayuno de letras que le den un sentido, esperando a que se nos ocurra un modo para empezar. Este síndrome es tanto más intenso cuando nos enfrentamos a una pantalla en blanco. A la tercera vez que salta el protector de pantalla, empezamos a ser conscientes de que pasa el tiempo sin que hayamos sido capaces de construir esa primera frase que rompa el hielo.

Sin embargo, escribir no debe ser tan difícil, toda vez que la inteligencia artificial es capaz de hacerlo por sí misma. Muchos de los artículos que (presuntamente) leemos cada día –especialmente en la sección de deportes o en la dedicada al tiempo– están generados artificialmente por robots, algunos de los cuales intentan incluso convencernos de que no son una amenaza para los humanos (excepto para los periodistas).

Quizás conviene no olvidar que, en muchas ocasiones, la pluma es más peligrosa que la espada.

EL MANDO CONJUNTO DEL CIBERESPACIO

Y los bytes también tienen su peligro. Durante el año 2020, el Mando Conjunto del Ciberespacio declaró haber analizado nada menos que 700 ataques contra los sistemas del Ministerio de Defensa. Son dos ataques diarios que alcanzaron el nivel suficiente de peligrosidad como para merecer una investigación. No se cuentan esos avisos casi cotidianos de intentos de sorprender nuestra buena fe con correos maliciosos, ni otros más sofisticados.

La labor del Mando Conjunto sigue sin ser verdaderamente reconocida por todos. Sin embargo, cumplen con una delicada labor: estar en primera línea de un combate en el que no hay frentes, sino en el que todo son flancos. En el ciberespacio, igual que en el espacio informativo, la guerra está activa todos los días. Un conflicto en esa zona gris en el que las agresiones no alcanzan el umbral suficiente como para merecer una respuesta bélica, pero que desgastan o debilitan nuestras defensas y nuestras oportunidades.

Las redes del Ministerio no solamente se extienden a lo ancho mucho más allá de nuestras fronteras –en cada buque de la Armada, en cada destacamento, en cada agregaduría– sino que también tienen una profundidad mayor que la de la mayoría, con distintos niveles de clasificación y con numerosos sistemas críticos implicados.

INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS CRÍTICOS

Sistemas críticos que sufrieron más de una intrusión diaria en España a lo largo de 2020. Es decir, redes que controlan servicios fundamentales para el desarrollo de la actividad diaria y que tuvieron alguna brecha en su seguridad.

Estos ataques contra las infraestructuras críticas son, desgraciadamente, muy habituales en la actualidad. En febrero, el *New York Times* informaba de la relación que se había establecido entre un apa-



gón generalizado en la ciudad india de Mumbai el 13 de octubre de 2020 y el enfrentamiento «a palos» que había tenido lugar en la Línea de Control Real en el Himalaya, entre India y China, cuatro meses antes y que acabó con dos docenas de fallecidos.

El apagón de Mumbai (que afectó a sus 20 millones de habitantes) pudo ser el resultado de un ciberataque disuasorio chino y parte de una campaña mucho mayor. Al parecer, un grupo chino llamado *Red Echo* (Eco rojo) habría conseguido infiltrarse en una docena de nodos clave de la red eléctrica india.

No es la primera vez que una red eléctrica resulta afectada por un ciberataque. Ucrania sufrió dos apagones provocados –según todos los indicios– por grupos vinculados con Rusia. Uno de ellos afectó a la región de Kiev en vísperas de Nochebuena, cuando las temperaturas en la zona alcanzan medias de cinco grados bajo cero.

También las redes eléctricas de otras naciones, como Estados Unidos, han sido infiltradas por hackers de terceros países. Es fácil suponer que una parte de las infraestructuras críticas de todo el mundo pueden estar comprometidas con *malware* durmiente o con puertas traseras que permitirían afectar a su funcionamiento en caso de conflicto. Baste recordar ataques contra una presa en las inmediaciones de Nueva York o la ya comentada en esta sección contra depuradoras de agua en Israel.

Los ataques cibernéticos interestatales son moneda de cambio corriente en la actualidad. Pequeñas y no-tan-pequeñas e-guerras que se suceden a una velocidad de vértigo y en las que las escaladas se producen de forma casi instantánea. El caso sino-indio había empezado con una campaña de *phishing* contra China, respondida con otra contra intereses bancarios y tecnológicos en una rápida sucesión de más de 40 000 ataques en cinco días.

ARMAS CIBERNÉTICAS

La sofisticación y cantidad de las operaciones que se llevan a cabo parecen depender casi únicamente de la capacidad de cada estado. El armamento cibernético es demasiado rentable como para no utilizarlo.

Los ciberarsenales militares, igual que los convencionales, pueden ser tremendamente peligrosos en manos privadas o criminales, como pudimos comprobar en el caso del ransomware conocido como Wannacry. Su código había sido filtrado por *The Shadow Brokers*, un misterioso grupo criminal, que lo había subido a la red. Cualquiera pudo hacer uso de esta arma diseñada originalmente por la Agencia Nacional de Seguridad, la NSA estadounidense. La jugada maestra consiste en que, desde dos años antes de la filtración pública, este arsenal se encontraba ya en poder de los servicios chinos (concretamente, el grupo APT-31), que lo replicaron y utilizaron contra intereses estadounidenses. La publicación posterior fue, probablemente, solo un camuflaje. ■






el vigía

Cronología de la Aviación Militar española

«Canario» Azaola
Miembro del IHCA



Hace 50 años

Supersónicos

Davis Monthan 27 abril 1971

El ministro del Aire, teniente general Salvador, de visita en USA, se desplazó al estado de Arizona, para saludar a los pilotos españoles que se están instruyendo en el cazabombardero F-4C "Phantom" Antes de partir, se habían despedido del embajador norteamericano, quien por medio de su agregado aéreo hizo entrega al capitán Francisco Mira de una maqueta del potente avión que habrán de volar.



Hace 90 años

Reingreso

Madrid 23 abril 1931

Según parece, a consecuencia del cambio operado en la jefatura de Aeronáutica, van a solicitar el reingreso en el mencionado Cuerpo algunos de los aviadores que pidieron la separación, a raíz de publicarse el decreto disolviendo el Cuerpo de Aviación.

Entre estos, figuran los capitanes Jiménez e Iglesias, el capitán Rodríguez Díaz y el teniente Haya; los laureados Ansaldo y Ordiales, el comandante Lecea, los capitanes Llorente y Barberán así como otros destacados aviadores.

Hace 65 años

Sustitución frustrada

Getafe abril 1956

Fue un visto y no visto. En diciembre del pasado año llegaban a esta base, tres Fairchild C-119F Packet, el tan característico bimotor de doble «puro» y utilísimo portalón de cola, Pasadas las Navidades y a fin de familiarizarse con él, al mando del comandante Alfonso García Rodríguez Carracido marchaba a la base alemana de Neubiberg un numeroso grupo de pilotos y especialistas del Ejército del Aire. Terminado el curso, nuevas remesas llegaron a totalizar 12 aviones.



Desechado el hipotético proyecto CASA C-208, estaba claro que, gracias a la ayuda americana, nuestra vetusta aviación de transporte militar estaba en vías de modernización, pero discrepancias sobre su precio y mantenimiento, llevaron a la decisión de que los Packet sin llegar a entrar en servicio (a un par de ellos se le pintaron las escarapelas y la Cruz de San Andrés), volvieran por donde habían venido, sustituidos más adelante por Douglas C-47.

Hace 45 años

Digna evacuación

Villa Cisneros 12 enero 1976

Recientemente, nos referíamos a la evacuación del aeródromo de Villa Cisneros y al emotivo acto del arriado de nuestra bandera nacional. Al encontrar este cronista, entre las muchas fotos aún por clasificar, alguna que corrobora cuanto escribimos, con sumo gusto la ofrecemos hoy a nuestros lectores.

En ellas puede verse la bandera flameando en el aeródromo y como poco después, tras ser arriada, los aviadores se llevan hasta su mástil.



Imagen: J.F. Aleman

Hace 45 años

Gran refuerzo

Gando abril 1976

Abandonada el África Occidental, la importancia geoestratégica de Canarias ha requerido la potenciación de su fuerza aérea; con tal fin, han llegado a esta base y recibidos con gran alborozo los primeros Northrop F-5 que han quedado integrados en el 464 Escuadrón del Ala Mixta 46.

A propósito de tal estrategia, el reciente ministro del Aire, teniente general Franco Iribarnegaray, declaraba: «Dentro de una coherente línea de acción, pienso que es importante que cualquier enemigo potencial de nuestras provincias Canarias, tenga la certeza de que todo acto hostil contra el archipiélago encontraría una respuesta apropiada. Eso bastaría para disuadirles de cualquier aventura».

Nota de El Vigía: Durante los seis años que el F-5 permaneció en Gando, totalizó 14 996 horas de vuelo.

Canciones aviadoras



El día había amanecido tristón; nubes bajas y llovizna; sin embargo, en el interior de aquella casucha, lindante con la gran llanura que utilizaban los Fiat como pista de aterrizaje, de vez en cuando la bulla se hacía sentir. Tan solo faltaba que alguien rasgase las cuerdas de una guitarra para que un heterogéneo coro de voces, interpretando una de las divertidas canciones de invención propia, hiciera vibrar los cristales de las ventanas.

Hacía poco que, procedente de una de las fogueadas «cadenas», se había incorporado a la caza el alférez Antonio Figueroa y Fernández de Liencres. Un simpático chaval de 18 años, valiente y buen piloto, según referencias –como prácticamente lo eran todos– ¡nieto nada menos del conde de Romanones! (rico, poderoso y noble) título, con el que por fuerza, se le conoció.

Un día, con la musiquilla de Giovanezza (himno del partido fascista italiano), fue recibido así:

Cuándo llegó Romanónes…
a la Escuadra el primer día…
le dijeron que su abuelo,
le iba a regalar un Fiat.
Pero resultó mentira…
y ha comprado veinte Curtiss,
pa que el niño, se divierta,
y los pueda derribar…
¡¡Romanoones!!,
¡¡Romanoones!!
tócame ya los …¡!
¡¡Romanoones!!,
¡¡Romanoones!!
vuélvemelos a tocar!!!

Hemos de agregar que Figueroa cumplió como el mejor, hasta que, el 28 de marzo de 1938, atacando una posición, fue alcanzado por la antiaérea. Sufriendo el pobre graves quemaduras, murió horas después en la iglesia, habilitada como hospital de sangre, de Caspe.

En la fotografía, junto al teniente instructor portugués, Joan Krug.



Sol y moscas

Historias de las Alas Gloriosas de España

Manuel Parrilla Gil. Ilustraciones de Carlos Alonso. 311 páginas (+ 20 láminas), 16,8 X 24 cm. www.unoeditorial.com . https://www.solymoscas.com/. ISBN: 978-84-18438-47-9



La experiencia de combate de los pilotos españoles de caza tiene su origen en la Guerra Civil y en el frente ruso durante la Segunda Guerra Mundial. Muchas de esas acciones militares no son conocidas o han sido tergiversadas por consideraciones políticas, vinculadas a la pertenencia a uno u otro bando de los pilotos participantes. El autor de este libro, piloto de caza y comandante del Ejército del Aire en excedencia, se declara orgulloso de la herencia que ha recibido de esos pilotos cuya memoria reivindica, relatando unos hechos de armas en los que mostraron una profesionalidad y nivel técnico excepcionales. Como afirma, todos ellos son nuestros pilotos, que independientemente de la escarapela que llevaran pintada en sus aviones, lucharon con valentía y coraje en defensa de sus ideales.



Capitán Hevia

Después de realizar una búsqueda en la documentación histórica existente sobre cada uno de los hechos relatados, el autor ha adoptado la licencia literaria de agregar diálogos, situaciones y algunos personajes secundarios que, sin desvirtuar el fondo del hecho de armas narrado, dan continuidad al relato. Los diez capítulos que componen el libro están concebidos como historias independientes, aunque algunos personajes aparecen en más de uno. Combinando varias tramas, intercalando *flashbacks* entre las situaciones de guerra y la evolución posterior de los personajes, el autor ha logrado unos relatos de gran amenidad que mantienen en todo momento el interés del lector.



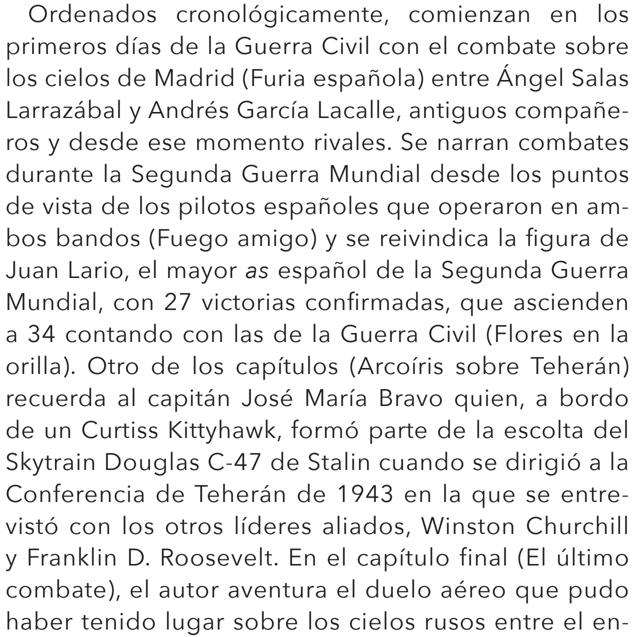
Salas y Lacalle



Sargento Sarrió



Bravo derriba a Julio Salvador



Ordenados cronológicamente, comienzan en los primeros días de la Guerra Civil con el combate sobre los cielos de Madrid (Furia española) entre Ángel Salas Larrazábal y Andrés García Lacalle, antiguos compañeros y desde ese momento rivales. Se narran combates durante la Segunda Guerra Mundial desde los puntos de vista de los pilotos españoles que operaron en ambos bandos (Fuego amigo) y se reivindica la figura de Juan Lario, el mayor *as* español de la Segunda Guerra Mundial, con 27 victorias confirmadas, que ascienden a 34 contando con las de la Guerra Civil (Flores en la orilla). Otro de los capítulos (Arcoíris sobre Teherán) recuerda al capitán José María Bravo quien, a bordo de un Curtiss Kittyhawk, formó parte de la escolta del Skytrain Douglas C-47 de Stalin cuando se dirigió a la Conferencia de Teherán de 1943 en la que se entrevistó con los otros líderes aliados, Winston Churchill y Franklin D. Roosevelt. En el capítulo final (El último combate), el autor aventura el duelo aéreo que pudo haber tenido lugar sobre los cielos rusos entre el entonces comandante Cuadra, futuro ministro del Aire, a bordo de un Messerschmitt Bf 109 de la Escuadrilla Azul, y Eugenio Prieto Arana, un «niño de la guerra» exiliado en la URSS a los quince años y convertido en piloto de caza del Ejército Rojo a los veinte, a bordo de un Hawker Hurricane soviético. *Se non è vero, è ben trovato*.

Otros capítulos relatan las peculiaridades de determinados aviones y sistemas, como el único Dewoitine D.510 de las Fuerzas Aéreas de la República (La guerra secreta), la historia del Heinkel 112 en el concurso para el nuevo avión de caza de la Luftwaffe que finalmente logró el Messerschmitt Bf 109 (Cherokee), o la de los sistemas de radar alemanes Freya y Würzburg, con el piloto español Gonzalo Hevia como pionero en el uso operativo del radar alemán (Freya, diosa de la guerra).

Complementan el libro unas excelentes ilustraciones de Carlos Alonso así como croquis en planta de todos los aviones citados en el texto.■



Wlly Szuggar



Cuadra y sargento Prieto Arana

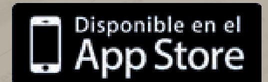


App
Revistas de Defensa

Consulta o descarga gratis el PDF de todas las revistas del Ministerio de Defensa.

También podrás consultar el Boletín Oficial de Defensa de acceso libre.

La app REVISTAS DE DEFENSA es gratuita.









WEB
Catálogo de Publicaciones de Defensa

https://publicaciones.defensa.gob.es/

La página web del Catálogo de Publicaciones de Defensa pone a disposición de los usuarios la información acerca del amplio catálogo que compone el fondo editorial del Ministerio de Defensa. Publicaciones en diversos formatos y soportes, y difusión de toda la información y actividad que se genera en el Departamento.

También podrás consultar en la WEB el Boletín Oficial de Defensa de acceso libre